



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS GENOTIPOS DE MAÍZ
(*Zea mays L.*), CON FINES FORRAJEROS EN EL CANTÓN LA
JOYA DE LOS SACHAS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: MARLIN ISABEL MAZA LÓPEZ

DIRECTOR: Ing. JUAN GABRIEL CHIPANTIZA MASABANDA, MSc.

El Coca – Ecuador

2022

©2022, Maza López Marlin Isabel

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARLIN ISABEL MAZA LÓPEZ, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 30 de noviembre de 2022




Marlin Isabel Maza López

220032643-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays L.*), CON FINES FORRAJEROS EN EL CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS**, realizado por la señorita: **MARLIN ISABEL MAZA LÓPEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Mónica Isabel Izurieta Castelo, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022-11-30
Ing. Juan Gabriel Chipantiza Masabanda, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022-11-30
Ing. Fabian Miguel Carillo Riofrio, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022-11-30

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía para lograr mis objetivos, a mi madre Orfa López, por ser mi pilar fundamental, por inculcarme valores éticos y morales, por su sacrificio, confianza y brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida. A mi hermano Gabriel Maza, a mi tía Mayra López, a mi prima Saraí Armas, quienes han permanecido siempre a mi lado y me han motivado a seguir adelante. A mi familia en general, amigos/as que de una u otra manera han contribuido para terminar mi carrera universitaria. A los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por transmitir sus conocimientos y ayudarme a crecer profesionalmente.

Marlin

AGRADECIMIENTOS

Gracias a dios por bendecirme y guiar mi camino. A mi madre Orfa López por su apoyo tanto moral y económico, quien ha sido mi mayor motivación para concluir mi carrera, a mi tía Maira López, por ser una segunda madre, a mi hermano Gabriel Maza y a toda familia por confiar en mí. A mis amigos y compañeros, por los buenos y malos momentos que hemos vivido en el trayecto de nuestra formación académica. A todos los docentes de la carrera de agronomía, por su paciencia y conocimientos impartidos. De manera especial al Ing. Juan Chipantiza como director de tesis y al Ing. Fabian Carillo como asesor, quienes me han brindado todo su apoyo y asesoramiento en cada momento de este proceso. Un fraterno agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo experimental dentro del proyecto nominado “Investigación y difusión de tecnologías para la producción agroecológica y bienestar de las familias de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica (CTEA). Fondo de Investigación de la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA)”. Al Ing. Carlos Congo, responsable del Departamento de Ganadería, por su paciencia, conocimientos brindados, y tiempo dedicado, para que este trabajo se cumpla a cabalidad. Al Sr. Gonzalo Pergueza, Víctor Castro y Kevin Torres, por su ayuda constante en las actividades de campo. Mi gratitud, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas y formar un profesional más de excelencia.

Marlin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	x
ÍNDICE DE ECUACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	6

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Referencias teóricas	8
2.2.1. <i>Maíz</i>	8
2.2.1.1. <i>Principio y comercialización</i>	8
2.2.1.2. <i>Taxonomía de la especie</i>	8
2.2.1.3. <i>Descripción botánica</i>	9
2.2.1.4. <i>Factores edafoclimáticos</i>	10
2.2.1.5. <i>Valor nutricional del maíz</i>	11
2.2.1.6. <i>Producción de maíz en Ecuador</i>	11
2.2.2. <i>Uso del cultivo</i>	12
2.2.3. <i>Mejoramiento y producción de semillas</i>	12
2.2.4. <i>Forrajes</i>	12

2.2.5.	<i>El cultivo del maíz para forraje</i>	13
2.2.6.	<i>Híbridos del maíz</i>	13
2.2.6.1.	<i>INIAP H-551</i>	14
2.2.6.2.	<i>INIAP H-554</i>	14
2.2.6.3.	<i>DEKALB 7088</i>	14
2.2.6.4.	<i>COPA SV-3243</i>	15
2.2.6.5.	<i>Promisorio maíz forrajero</i>	15
2.2.6.6.	<i>Variedad INIAP 543-QPM</i>	16
2.2.7.	<i>Efecto de diferentes días de corte y densidades en maíces forrajeros</i>	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1.	Localización	18
3.1.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	18
3.1.2.	<i>Características edafoclimáticas</i>	19
3.2.	Materiales y métodos	20
3.2.1.	<i>Materiales, equipos e instrumentos</i>	20
3.2.1.1.	<i>Biológicos</i>	20
3.2.1.2.	<i>Insumos agrícolas</i>	20
3.2.1.3.	<i>Materiales</i>	20
3.2.1.4.	<i>Equipos e instrumentos</i>	20
3.3.	Métodos	20
3.3.1.	<i>Factores en estudio</i>	21
3.3.1.1.	<i>Características de la unidad experimental</i>	21
3.3.2.	<i>Tratamientos</i>	22
3.3.2.1.	<i>Disposición de los tratamientos</i>	22
3.3.3.	<i>Diseño experimental</i>	23
3.3.4.	<i>Análisis estadístico</i>	23
3.3.5.	<i>Manejo específico del experimento</i>	23
3.3.5.1.	<i>Análisis del suelo</i>	23
3.3.5.2.	<i>Preparación del suelo</i>	24
3.3.5.3.	<i>Trazado de las distancias de siembra</i>	24
3.3.5.4.	<i>Siembra</i>	24
3.3.5.5.	<i>Control químico pre emergente de malezas e insectos plaga</i>	25
3.3.5.6.	<i>Fertilización</i>	25
3.3.5.7.	<i>Control de plagas</i>	25

3.3.5.8.	<i>Control post emergente de malezas</i>	26
3.3.5.9.	<i>Cosecha de forraje</i>	26
3.3.6.	<i>Variables a registrarse</i>	26
3.3.6.1.	<i>Variables morfológicas</i>	26
3.3.6.2.	<i>Variables fisiológicas</i>	27
3.3.6.3.	<i>Variables de producción</i>	28

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	30
4.1.	Variables morfológicas	30
4.1.1.	<i>Días a floración femenina</i>	30
4.1.2.	<i>Altura de la planta</i>	31
4.1.3.	<i>Longitud de hoja</i>	32
4.1.4.	<i>Ancho de hoja</i>	33
4.1.5.	<i>Acame de raíz</i>	34
4.1.6.	<i>Acame de tallo</i>	35
4.1.7.	<i>Diámetro del tallo</i>	36
4.1.8.	<i>Número de hojas por planta</i>	37
4.2.	Variables fisiológicas	38
4.2.1.	<i>Índice de verdor</i>	38
4.2.2.	<i>Índice de área foliar</i>	39
4.3.	Variables de producción	40
4.3.1.	<i>Producción de forraje verde</i>	40
4.3.2.	<i>Producción de materia seca</i>	41
	CONCLUSIONES	47
	RECOMENDACIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Taxonomía del maíz.....	9
Tabla 2-2:	Descripción de la botánica del maíz.....	9
Tabla 3-2:	Valor nutricional del maíz	11
Tabla 4-2:	Características del híbrido DEKALB 7088.....	14
Tabla 5-2:	Características del híbrido COPA SV-3243	15
Tabla 6-2:	Características del híbrido promisorio forrajero.....	16
Tabla 7-2:	Características de la variedad INIAP 543-QPM.....	16
Tabla 1-3:	Características de la unidad experimental	21
Tabla 2-3:	Tratamientos estudiados.....	22
Tabla 3-3:	Análisis de varianza ADEVA utilizado en el estudio.....	23
Tabla 4-3:	Resultados del análisis de suelo de la Granja San Carlos.....	24
Tabla 1-4:	Análisis de varianza para la variable días a floración.....	30
Tabla 2-4:	Análisis de varianza para la variable altura de la planta.....	31
Tabla 3-4:	Análisis de varianza para la variable longitud de hoja	32
Tabla 4-4:	Análisis de varianza para la variable longitud de hoja	33
Tabla 5-4:	Análisis de varianza para la variable acame de raíz	34
Tabla 6-4:	Análisis de varianza para la variable acame de tallo	35
Tabla 7-4:	Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo	36
Tabla 8-4:	Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta	37
Tabla 9-4:	Análisis de varianza para la variable índice de verdor	38
Tabla 10-4:	Análisis de varianza para la variable índice de área foliar.....	39
Tabla 11-4:	Análisis de varianza para la variable producción de forraje verde	40
Tabla 12-4:	Análisis de varianza para la variable producción de MS.....	41
Tabla 13-4:	Variabes morfo-fisiológicas y de producción de los seis genotipos de maíz forrajero	43
Tabla 14-4:	Análisis económico de los seis genotipos de maíz forrajero	45
Tabla 15-4:	Costo de semillas	45
Tabla 16-4:	Análisis de costos	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Descripción del problema	4
Ilustración 1-2:	Botánica del maíz	10
Ilustración 1-3:	Mapa de ubicación del ensayo genotipos de maíz.....	18
Ilustración 2-3:	Lugar de ejecución del experimento	19
Ilustración 3-3:	Comportamiento de la precipitación y temperatura media en La Joya de los Sachas	19
Ilustración 4-3:	Disposición de los tratamientos en campo	22
Ilustración 1-4:	Floración. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=2,07; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=55,75; EEM=0,45; R2=0,74	31
Ilustración 2-4:	Altura. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,15; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=2,45; EEM=0,03; R2=0,88.....	32
Ilustración 3-4:	Longitud. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,07; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=1,00; EEM=0,01; R2=0,81	33
Ilustración 4-4:	Ancho. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,55; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=10,07; EEM=0,12; R2 =0,90.....	34
Ilustración 5-4:	Acame raíz. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=6,44; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=6,92; EEM=1,40; R2 =0,66	35
Ilustración 6-4:	Acame tallo. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=4,43; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=1,36; EEM=0,96; R2 =0,37	36
Ilustración 7-4:	Diámetro. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=2,13; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=19,92; EEM=0,46; R2 =0,60	37
Ilustración 8-4:	Nº de hojas. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,84; línea horizontal representa el promedio de los tratamientos=11,20; EEM=0,18; R2 =0,86	38
Ilustración 9-4:	Índice de verdor. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=9,59; línea horizontal indica el promedio de los tratamientos=47,72; EEM=2,09; R2 =0,47	39

Ilustración 10-4:	IAF. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=1,25; línea horizontal indica el promedio de los tratamientos=10,53; EEM=0,27; R2 =0,73	40
Ilustración 11-4:	FV. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=23,22; línea horizontal indica el promedio de los tratamientos=77,92; EEM=5,05; R2 =0,59	41
Ilustración 12-4:	Materia seca. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=9,05; línea horizontal indica el promedio de los tratamientos=22,38; EEM=1,97; R2 =0,43	42
Ilustración 13-4:	Variables morfo-fisiológicas de los seis materiales genéticos.....	44

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3: Índice de área foliar.....	28
Ecuación 2-3: Materia Seca.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO
- ANEXO B:** TRAZADO Y GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO
- ANEXO C:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO
- ANEXO D:** PREPARACIÓN DEL SUELO
- ANEXO E:** DESINFECCIÓN DE SEMILLAS Y ESPEQUEO
- ANEXO F:** SIEMBRA DE SEMILLAS
- ANEXO G:** CONTROL QUÍMICO PRE EMERGENTE DE MALEZAS E INSECTOS
PLAGA
- ANEXO H:** COLOCACIÓN DE ETIQUETAS Y FERTILIZACIÓN
- ANEXO I:** CONTROL QUÍMICO POST EMERGENTE DE MALEZAS
- ANEXO J:** CONTROL QUÍMICO DE INSECTOS PLAGA
- ANEXO K:** EVALUACIÓN: DÍAS A FLORACIÓN FEMENINA
- ANEXO L:** EVALUACIÓN: ALTURA DE PLANTA Y LONGITUD DE HOJA
- ANEXO M:** EVALUACIÓN: ANCHO DE HOJA Y NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA
- ANEXO N:** EVALUACIÓN: DIÁMETRO Y ACAME DE RAÍZ Y TALLO
- ANEXO O:** EVALUACIÓN: ÍNDICE DE VERDOR Y IAF
- ANEXO P:** COSECHA DE FORRAJE VERDE
- ANEXO Q:** PESO Y TRITURACIÓN DE FORRAJE VERDE
- ANEXO R:** SECADO Y PESO DE MATERIA SECA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de Varianza
CV	Coefficiente de Variación
EETP	Estación Experimental Tropical Pichilingue
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
EECA	Estación Experimental Central de la Amazonía
DBCA	Diseño de Bloques Completamente al Azar
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
QPM	Maíz de alta calidad de proteína
UBA	Unidad Bovina Adulta

RESUMEN

El presente trabajo experimental consistió en la evaluación agronómica de seis genotipos de *Zea mays L.* mediante los parámetros morfo-fisiológicos y producción, para fines forrajeros en el cantón la Joya de los Sachas. Para esto se escogió seis materiales genéticos de maíz como sujetos de estudio, denominados tratamientos, siendo estos: INIAP H-551, INIAP H-554, Promisorio QPM, DEKALB 7088, INIAP 543 QPM y COPA (SV 3243), donde se empleó el método científico experimental bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro réplicas; el manejo específico del experimento consistió en los siguientes pasos: análisis de suelo, preparación del suelo, trazado, siembra, control químico pre y post emergente de malezas e insectos plaga, fertilización y cosecha; los datos se tomaron en base a las variables morfológicas: días a floración femenina, altura de la planta, longitud de hoja, ancho de hoja, acame de raíz y tallo, diámetro del tallo y número de hojas; variables fisiológicas: índice de verdor e índice de área foliar; variables de producción: producción de forraje verde y materia seca; estos datos se sometieron a análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. El híbrido COPA SV-3243, fue el más precoz en floración femenina, registró un promedio superior de ancho de hoja y índice de verdor; INIAP 543-QPM reportó promedios superiores en altura de planta y longitud de hoja; INIAP H-554, media más alta en diámetro de tallo; DEKALB 7088, mayor número de hojas y Promisorio QPM, mayor índice de área foliar y porcentajes inferiores en acame de raíz y tallo; COPA (SV 3243) obtuvo valores superiores en producción de forraje verde y materia seca. Se concluye que el híbrido COPA (SV 3243), presentó la mayor productividad, con una rentabilidad de \$ 5145,67. Se recomienda realizar análisis físico-químico para conocer el contenido y calidad nutricional del forraje.

Palabras clave: <MAÍZ (*Zea mays L.*)>, <MAÍZ FORRAJERO>, <GANADO BOVINO>, <GENOTIPOS DE MAÍZ>, <FORRAJE FRESCO>, <FORRAJE SECO>, <ÍNDICE DE VERDOR>, <ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR>.

Leonardo Alvarado
19-12-2022.



2418-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The present experimental work consisted of the agronomic evaluation on six genotypes of *Zea mays* L. by means of morpho-physiological parameters and production, for forage purposes in Joya of Sachas parish. For this purpose, six maize genetic materials were chosen as study subjects, called treatments, being these: INIAP H-551, INIAP H-554, Promissory QPM, DEKALB 7088, INIAP 543 QPM and COPA (SV 3243), where the experimental scientific method was used under a completely randomized block design with four replications; the specific management of the experiment consisted in the following steps: soil analysis, soil preparation, plotting, planting, pre and post emergent chemical control of weeds and insect pests, fertilization and harvest; data were taken based on morphological variables: days to female flowering, plant height, leaf length, leaf width, root and stem flare, stem diameter and number of leaves; physiological variables: greenness index and leaf area index; production variables: green forage and dry matter production; these data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at 5%. The hybrid COPA SV3243, was the earliest in female flowering, recorded a higher average leaf width and greenness index; INIAP 543-QPM reported higher averages in plant height and leaf length; INIAP H-554, higher average in stem diameter; DEKALB 7088, higher number of leaves and Promissory QPM, higher leaf area index and lower percentages in root and stem lodging; COPA (SV 3243) obtained higher values in green forage and dry matter production. It is concluded that the hybrid COPA (SV 3243), presented the highest productivity, with a profitability of \$ 5145.67. It is recommended to carry out physical-chemical analysis to know the nutritional content and forage quality.

Key words: <MAIZE (*Zea mays* L.)>, <FORAGE MAIZE>, <COW CATTLE>, <MAIZE GENOTYPES>, <FRESH FORAGE>, <DRY FORAGE>, <GREENING INDEX>, <FOLIO AREA INDEX>.

Elaborated by



Lcda. Nancy de las Mercedes Barreno Silva. Mgs.

DOCENTE INGLÉS-ESPOCH

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es el principal grano útil para la alimentación humana, animal y elaboración de productos agro-industriales (Guamán et al., 2020, p. 48). A nivel mundial es un cereal que posee una alta demanda, debido a su bajo costo, alta calidad nutricional y es parte de la cultura alimentaria de algunos países como México, Colombia, Ecuador, entre otros (Hoyos y Ocampo, 2018, p. 96).

En el Ecuador el maíz es considerado uno de los principales productos agrícolas, junto al arroz, cacao, café, palma africana, etc. (Gómez et al., 2019, p. 7). Según la Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC (2021, p. 39), a nivel nacional, los Ríos es la provincia que posee la mayor producción de maíz duro seco con 48,51% y una superficie sembrada de 149.030 has. En la región Amazónica Ecuatoria la mayor producción de maíz duro seco se encuentra en la provincia de Orellana y Sucumbíos con 86,05% y 15.847 has de superficie sembrada. Actualmente en el sector agropecuario el maíz es una alternativa de alimentación, sobre todo en ganado bovino en épocas críticas, debido a los excesos climatológicos, sequías, entre otras limitaciones, donde existe baja disponibilidad de pastos y forrajes en cantidad y calidad, ocasionando que no se logre satisfacer la demanda de alimentación para los bovinos en diferentes sectores ganaderos (Montenegro, 2021, p. 11).

En la región Amazónica Ecuatoriana la producción ganadera es una de las principales actividades de los agricultores, según la ESPAC (2021, p. 5), en la provincia de Orellana existe 14.58% cabezas de ganado vacuno. La actividad ganadera es una de las causas de expansión significativa de la frontera agrícola para establecer las tierras de pastizales y cubrir la alimentación de los rumiantes. No obstante, en la región el ganado bovino presenta una malnutrición, ocasionando efectos nocivos en fertilidad y producción, debido a la baja calidad de los pastizales (GADPO, 2019, pp. 194-195).

El pastizal es considerado un rubro productivo en la zona de intervención. En la provincia de Orellana existe 13.50% de pastos cultivados y 1,46% de pastos naturales (ESPAC, 2021, p. 1). En contexto, los productores se enfrentan a problemas por la baja calidad y disponibilidad de pastos cultivados y al incorrecto manejo de los potreros que origina sobrepastoreo (González y Pérez, 2018, p. 313).

El sobrepastoreo pone en riesgo la sostenibilidad de los pastizales, causa la pérdida de cobertura vegetal, incremento de erosión de suelo, desertificación, compactación del suelo y disminución de la fertilidad del suelo (González et al., 2019, p. 357). En la provincia de Orellana existe limitada información sobre el maíz con aptitud forrajera, sin embargo, este cultivo sirve como una alternativa de alimentación en el ámbito ganadero. Actualmente, existen diversos híbridos comerciales como Promisorio maíz forrajero, INIAP H-554, DEKALB 7088, Copa SV-3243, entre otros, que se puede emplear para la alimentación de bovinos.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal originario de América, se adapta a climas templados como cálidos, es uno de los granos más importantes para el consumo humano y animal. En términos de uso como alimento animal, el maíz, históricamente ha sido una excelente opción de alimento debido a su composición nutricional, permitiendo obtener productos ganaderos de alta calidad, principalmente cuando se trata de producción de carne y leche (Reátegui y Espinoza, 2021, p. 33).

En la alimentación animal se puede emplear el maíz en forma de grano, pastoreo directo, o para aprovechar más sus propiedades se le puede dar un proceso adicional en forma de ensilaje y henilaje, aportando un elevado valor energético y nutritivo (Ávalos et al., 2018, p. 172).

Esta especie forrajera presenta un contenido de fibra cruda igual o superior a 18%, contenido de nutrientes digestibles superior a 70% en base seca y volumen alto de forraje (Fassio et al., 2018, p. 3). Actualmente, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por medio de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), ha creado híbridos de maíz duro con fines forrajeros y alta calidad de proteína (QPM), que sobresalen las $50 \pm 5,19$ t ha⁻¹ de fitomasa verde, con una densidad de siembra de 20 cm entre plantas y 40 cm entre hileras, uno de estos híbridos es el promisorio de maíz forrajero QPM (L-4-1-1-4QPM-11 x L-1-3-1-1QPM-15).

De acuerdo al estudio realizado por Amat (2019, p. 54), titulado como “Comportamiento agronómico de un híbrido promisorio de maíz forrajero (*Zea mays* L.), durante la época lluviosa en las zonas ganaderas del Ecuador”, donde evaluó tres híbridos de maíz y una variedad, mediante variables agronómicas con el fin de conocer el tratamiento que mejor se adaptó y generó mayores rendimientos de forraje verde y seco en tres localidades del Litoral ecuatoriano. En este estudio utilizó el método científico experimental bajo el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial A x B, con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Los factores de estudio fueron: 5 materiales genéticos (Híbrido promisorio de maíz forrajero, H-INIAP 551, H-INIAP 553, H-DEKALB 7088 y Variedad INIAP 528.) y 2 intervalos de corte (70 y 80 días). En base a los resultados obtenidos en la localidad de Pichilingue el genotipo promisorio QPM presentó el mejor rendimiento de peso de forraje fresco con un valor de 117,81 t ha⁻¹ a los 80 días de cosecha, por otro lado, en Chone el H-INIAP 553 registró 84,38 t ha⁻¹ a los 70 días y en Balzar el promisorio forrajero presentó el 71,73 t ha⁻¹ a los 70 días de corte.

Respecto, a la producción de materia seca en Pichilingue el Promisorio de maíz forrajero presentó el 21,99 t ha⁻¹ a los 80 días, mientras en Chone la mejor interacción fue el H-INIAP 553 a los 70 días con 20,15 t ha⁻¹ y en Balzar el promisorio forrajero adquirió mayor producción a los 70 días

de corte con 18,80 t ha⁻¹. En cuanto a las variables agronómicas como: largo, ancho de la hoja, acame de raíz y tallo, etc. el híbrido promisorio de maíz forrajero en las tres localidades presento los promedios más altos con el intervalo de corte a los 80 días y con distancia de siembra de 0,40 m y 0,20 m.

Según la investigación realizada por Tumbaco (2019, p. 6), titulada como “Rendimiento de materia verde de dos híbridos de maíz para ensilaje en la comuna Dos Mangas”, el objetivo principal fue determinar la producción de dos genotipos de maíz para silaje, a través de tres intervalos de corte y dos densidades de siembra. En su estudio utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, con 4 tratamientos y 5 réplicas. Los factores evaluados fueron: factor A (Híbrido Trueno; Autentica 259) y factor B (D1: 0,80 x 0,20; D2: 0,60 x 0,25 m).

Los resultados obtenidos revelaron que el rendimiento de materia verde, el H-Autentica 259, alcanzó el mayor peso con 28,20 t/ha con una distancia de siembra de 0,80 x 0,20 m a los 80 días de corte, mientras H- Autentica con distancia de siembra de 0,60 x 0,25 m a los 80 días, alcanzo el porcentaje más alto de materia seca (MS) con 59%. Respecto a variables morfológicas el ancho de la hoja, el H- Trueno (0,60 x 0,25 m) a los 70 días presento el valor más alto con 0,16 m. Para la variable longitud de hoja el H-Autentica (0,80 x 0,20 m) a los 80 días, presento un valor de 1,24 m. Según la altura de la planta, el H- Autentica (0,80 x 0,20 m) a los 80 días alcanzó una altura máxima de 2,74 m. Para la variable diámetro del segundo entrenudo el híbrido Trueno (0,60 x 0,25 m) obtuvo un valor de 2,55 cm a los 80 días, respectivamente.

Por otra parte, Amaiquema (2019, p. 37), en su investigación denominada “Respuesta de un híbrido promisorio de maíz forrajero a las densidades de siembra y fertilización en la zona de Quevedo”, su objetivo fundamental fue conocer la óptima fertilización y densidad de siembra del híbrido promisorio de maíz forrajero para alcanzar la mayor producción de biomasa forrajera. Para la ejecución de la investigación empleó el método inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental con un diseño de bloques completamente al azar en parcelas divididas con 18 tratamientos y cuatro repeticiones. Los factores en estudio fueron: tres densidades de plantas (100 000, 115 000 y 130 000 pl ha⁻¹) y cinco niveles de fertilización más un testigo. La cosecha se realizó 70 días después de la siembra. Según los resultados, el mayor rendimiento de forraje fresco fue 76,80 t ha⁻¹ y materia seca 16,20 t ha⁻¹, que correspondió la densidad de 130 000 pl ha⁻¹ con la aplicación de NPKS.

1.2. Planteamiento del problema

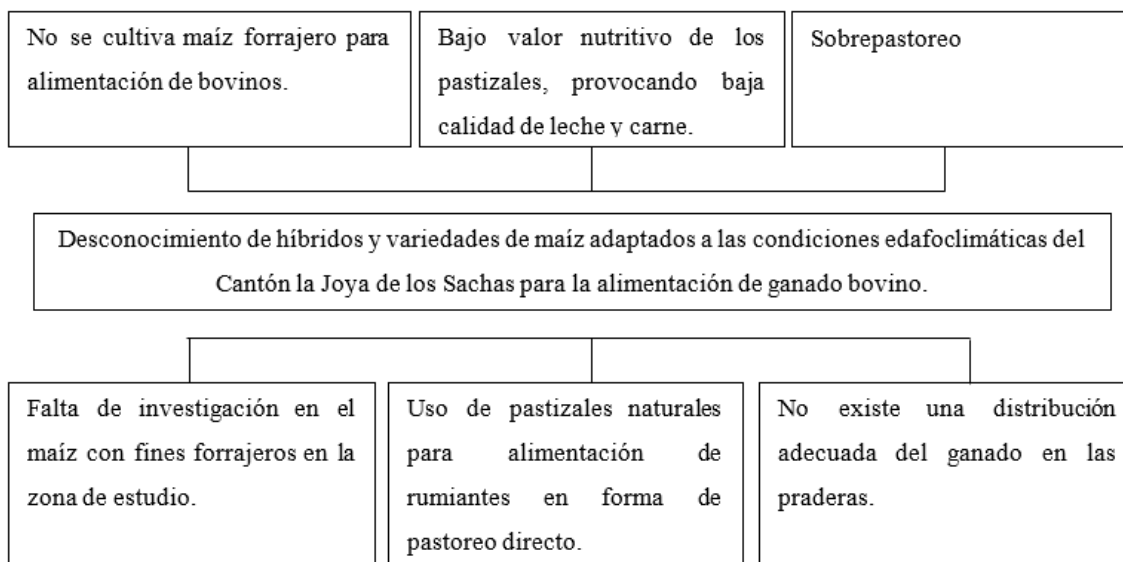


Ilustración 1-1: Descripción del problema

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

El maíz es una especie tipo C4, posee un alto valor nutritivo y alta tasa de crecimiento, produciendo altos volúmenes de forraje en un periodo de tiempo corto (Fassio et al., 2018, p. 1). En la Provincia de Orellana existe limitada información sobre genotipos de maíz destinados a fines forrajeros, sin embargo, en la actualidad existen híbridos comerciales que se puede emplear como suplemento de alimentación bovina.

En el Cantón La Joya de los Sachas, debido a la falta de investigación, se desconoce de un híbrido o variedad de maíz con aptitud forrajera, adaptado a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, por ende, los ganaderos del sector no ponen en práctica esta nueva tecnología de sembrar maíz forrajero.

En el Cantón, existen 23.934 hectáreas de pastizales dedicados al sector ganadero y la carga animal es de 1 Unidad Bovina Adulta (UBA) por hectárea (GADMCJS, 2020, p. 121). A la vez, el pastizal es considerado un rubro productivo en la zona de intervención, y es la principal fuente de alimentación para rumiantes. Según Hidalgo et al. (2018, pp. 138-139), menciona que el bajo valor nutritivo de los pastos no cubre las necesidades básicas del ganado bovino, de igual forma en los pastos tradicionales los agricultores no emplean una guía técnica, lo que impacta en la baja producción de biomasa y nutrientes para sustentar la alimentación de los bovinos. Se recalca que, de acuerdo, a la calidad de forraje depende la salud de los animales y, por ende, la calidad de sus productos (carne y leche).

Por otra parte, debido a la inadecuada distribución de los bovinos en las praderas, provocan sobrepastoreo, generando efectos al suelo como la degradación y según Arana (2020, p. 5), por la

escasez de pastos y forrajes, los productores se ven obligados a realizar el proceso de trashumancia, para satisfacer la alimentación de los hatos.

Por lo tanto, es esencial disponer, de una alimentación en cantidad y calidad durante todo el año. Para ello se presenta como alternativa la producción de maíz con fines forrajeros, así evitar la baja producción ganadera en el campo de investigación.

1.3. Justificación

El maíz es un cultivo muy importante por su alto rendimiento de biomasa, ideal para ganado lechero y de carne, contiene una buena palatabilidad, alto valor energético, siembra continua y fácil desarrollo (Hidalgo et al., 2018, p. 139).

En la Amazonia Ecuatoriana, se puede sembrar el maíz en un rango amplio de fechas, debido a las óptimas condiciones climáticas que posee la región, especialmente en épocas de máxima precipitación, los meses de febrero, marzo, y abril de 2022. En el cantón La Joya de los Sachas una de las principales actividades del sector agropecuario es la ganadería, ya que es una fuente de empleo e ingresos económicos para las personas que se dedican a esta actividad. Los sistemas ganaderos del área de estudio, se enfocan principalmente a la producción de ganado vacuno de doble propósito con el 65%, mientras, el 24% se dedica a la explotación de carne y el 11% de leche. Debido al excedente de vacas lecheras, se comercializa la leche cruda y se produce queso artesanal (González et al., 2019, p. 358).

En contexto, según Guevara et al. (2016, p. 16) y Espinoza et al. (2004, p. 303), el forraje de maíz es necesario como suplemento de la dieta base para ganado bovino en estabulación. Para alimentar una Unidad Bovina Adulta (UBA) se requiere 50 kg de forraje de maíz fresco, ganando 0,8kg de peso/animal/día. Por otra parte Jiménez et al. (2008, p. 45), enfatiza que para cubrir la demanda de alimentación de rumiantes con ensilaje de maíz se requiere de 25 a 30 equivalente a 9 o 10 kg de materia seca por cada UBA, obteniendo una ganancia de 1,1 a 2,5 kg de peso/animal/día. La producción de forraje es una actividad agropecuaria de suma importancia para el progreso de la ganadería, especialmente el cultivo de maíz que por su diversidad genética se adapta a varias regiones del país, y por ser un cultivo de ciclo corto genera una alta producción de forraje en un lapso corto de tiempo.

Para la Asociación Ganadera del cantón La Joya de los Sachas, este forraje serviría como alternativa para intensificar los sistemas de producción de los socios. Adicionalmente los productores ganaderos tendrían un modelo de gestión para mejorar sus ingresos en la finca debido a que pueden comercializar los excedentes del forraje en forma de silaje a diferentes zonas del país (Manabí, Loja, etc.), donde es muy marcada la escasez de forraje en épocas del año, o también por eventos de emisiones de ceniza que afectan a las praderas. Por esta razón, el trabajo experimental tiene la finalidad de evaluar seis genotipos de maíz con fines forrajeros en el cantón

La Joya de los Sachas, de esta manera conocer el material genético que mejor se adapte a las condiciones edafoclimáticas de la zona, y genere mayor producción de forraje, así proporcionar una opción a los productores que se dedican al sector agropecuario en la zona de estudio, permitiendo suplir las deficiencias nutricionales del pasto, incrementar la producción de carne, leche y lograr satisfacer la demanda de forraje en otras provincias.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de seis genotipos de maíz (*Zea mays* L.), mediante los parámetros morfo-fisiológicos y productivos para fines forrajeros en el cantón La Joya de los Sachas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar los parámetros morfológicos de los híbridos de maíz INIAP H-551, INIAP H-554, DEKALB 7088, Copa SV-3243, Promisorio maíz forrajero y la variedad INIAP 543-QPM, mediante la presión de selección en las condiciones edafoclimáticas del cantón La Joya de los Sachas.
- Medir los parámetros fisiológicos de los seis genotipos de maíz, a través del medidor portátil de clorofila y la cuantificación del índice de área foliar.
- Determinar los parámetros productivos de los seis genotipos de maíz en estudio, mediante la estimación de la fitomasa forrajera en las condiciones edafoclimáticas del cantón La Joya de los Sachas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

En una investigación realizada por Ordoñez (2015, p. 47), con el genotipo de maíz INIAP H-551 sobre el rendimiento en diferentes días de corte, determinó que la obtención de mayor cantidad de forraje verde (FV) se da a los 95 días y con 20 días de conservación, generando 6219 kg/hectárea por ciclo de FV y se obtienen 1555 silos/ha con un peso de 40kg, con un valor al mercado de 6 USD/silo, por el valor nutricional del mismo. Con el corte del maíz a ½ de choclo (95 días) tuvo un contenido mayor de proteína con 11.9 %; entre los días de corte y al ampliar el tiempo de conservación hasta 100 días el valor proteico se redujo hasta el 9, 2 %.

Según Pillasagua (2022, p. 12), menciona que el forraje hidropónico es una metodología que promueve la alta producción de alimentos, por ello la investigación se centró en evaluar la producción de forraje hidropónico del maíz forrajero en diferentes intervalos de cosecha con el fin de evaluar el valor nutricional de la harina de este cereal. Para lo cual se desarrolló un tratamiento con 3 repeticiones, mismas que fueron evaluadas en laboratorio. Los 3 tipos de tratamientos evaluados tuvieron buenos parámetros nutricionales (humedad, grasas, proteína, energía bruta). Por otro lado, Hidalgo et al. (2018, p. 139), alude que el cultivo de maíz tiene gran importancia a nivel mundial debido a sus niveles altos de biomasa y diferentes usos como alimento para ganado, gracias a su palatabilidad y valor energético. Sin embargo, en Ecuador se restringe la obtención y conservación del forraje debido a la falta de aplicación de técnicas productivas adecuadas, ha esto se le adiciona los diferentes factores climáticos como las temperaturas, estrés hídrico, inundaciones.

De la misma forma, Valenzuela et al. (2019, pp. 41-44), afirma que en Ecuador hay varias especies de maíz sin información sobre sus características morfológicas y agronómicas que permitan al agricultor desarrollar sistemas eficientes de cosecha, garantizando así la seguridad alimentaria de los pueblos. Por ende, evaluó las características morfológicas y agronómicas de dos genotipos de maíz, mediante seis sitios experimentales, dando como resultado diferencias respecto a la altura de la planta, peso de la mazorca, forma del grano, forma de la mazorca y color de raquis. Valenzuela et al. declara que el uso de tecnología con híbridos de alto rendimiento y materiales genéticamente modificados en varios países ha incrementado los rendimientos y reducido los daños causados por plagas y enfermedades, y en el caso de Ecuador, además del uso de semillas híbridas, un atractivo precio de sustentación para el productor, ha permitido incrementar la producción y rendimiento nacional de maíz duro y disminuir las importaciones de este cereal, generando enormes beneficios para el país.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos de cereales más importante a nivel mundial, puesto que forma parte de la dieta de las personas y es una fuente de ingresos para los pobladores de otros países productores (Ngoune y Mutengwa, 2020, p. 1). En el Ecuador, el maíz es el segundo cultivo más significativo en la alimentación, después del arroz, y como materia prima ocupa el primer lugar, por sus transformaciones en productos balanceados para la alimentación de animales (Zambrano et al., 2021a, pp. 143-150). El maíz es originario de México, pertenece a la familia de las gramíneas con un ciclo anual y es uno de los cereales más antiguos y ampliamente cultivados puesto que todas las partes de la especie son utilizables (Aladesanmi et al., 2019, p. 1). Este cereal es cultivado con frecuencia para la producción de forraje verde para el ganado, puesto que es una planta C4, que aprovecha el máximo de CO₂ existente en la naturaleza y tiene un mayor potencial para la producción de carbohidratos y un gran valor energético (Mancilla, 2017, pp. 45-50). Respecto a sus partes reproductivas es importante mencionar que posee estructuras femeninas y masculinas y pueden reproducirse por autopolinización o polinización cruzada (Hernández et al., 2018, p. 9).

2.2.1.1. Principio y comercialización

Según Iglesias et al. (2018, p. 25), el maíz tiene sus orígenes en el centro y sur de América, hace aproximadamente 70 millones de años y se ha ido expandiendo a diversos continentes a lo largo de los años. Por otro lado, Aladesanmi et al. (2019, p. 1), alude que el maíz es uno de los cereales más intensamente cultivados a nivel mundial, puesto que es alimento básico en gran parte del mundo y es la principal fuente de energía alimentaria en los países en desarrollo, incluidos África, América Latina y Asia. En Nigeria, el maíz se puede encontrar en todas las ciudades y pueblos donde se consume como alimento básico y en los países industrializados, el maíz se usa principalmente como alimento para el ganado y como materia prima para la producción industrial.

2.2.1.2. Taxonomía de la especie

El maíz es una gramínea considerada como una de las primeras plantas domesticadas y difundidas por todo el mundo (Moreira y Rivas, 2022, p. 14). La descripción taxonómica del maíz se detalla en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Taxonomía del maíz

Taxonomía	Categoría
Reino	Vegetal
División	Espermatofitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Poales
Familia	Poaceas o Gramineas
Tribu	Maydeae
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays</i> L.

Fuente: Moreira y Rivas, 2022, p. 14.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.1.3. Descripción botánica

El maíz es una planta tropical conocida por la utilidad que presentan cada una de sus partes. En la tabla 2-2 se describen a detalle las partes que compone a esta especie y en la ilustración 1-2 se puede identificar de forma gráfica las partes de la planta.

Tabla 2-2: Descripción de la botánica del maíz

Parte	Descripción
Raíz	Las raíces de maíz crecen en dos secciones: las raíces principales y las raíces de apoyo. Las primeras son las que ayudan a suministrar agua y nutrientes a la planta y la segundas, también conocidas como raíces de soporte, crecen justo encima del suelo y brindan apoyo adicional a la planta.
Tallo	El tallo, como ocurre con muchas otras plantas, es el cuerpo principal de una planta de maíz. Principalmente, ayuda a transportar nutrientes, agua y oxígeno (esencialmente energía) por toda la planta. Y, naturalmente, el tallo también proporciona un fuerte sistema de soporte que resiste el peso del resto de la planta y, sobre todo, las pesadas mazorcas de maíz. Posee un diámetro de 3 cm y una altura de 1 a 4 m dependiendo de la variedad que se siembre.
Hoja	Las plantas de maíz tienen entre 16 y 19 hojas en su tallo. Aproximadamente 5 hojas se caen antes de que las espigas de la planta. Miden entre 1.5 m de largo y 5.4 a 12 cm de ancho.
Inflorescencia	El maíz desarrolla flores masculinas y femeninas unisexuales en partes físicamente separadas de la planta. La espiga (inflorescencia estaminada o masculina) surge del meristemo apical del brote, mientras que las mazorcas (inflorescencias pistiladas o femeninas) se originan en los ápices de las yemas axilares.

Mazorca	El color de la mazorca puede ser amarillo, blanco, rojo, morado o marrón.
Grano	El pericarpio (cubierta de la semilla) del grano puede ser incoloro, rojo, morado o marrón.

Fuente: Ron, 2022; Moreira y Rivas, 2022.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

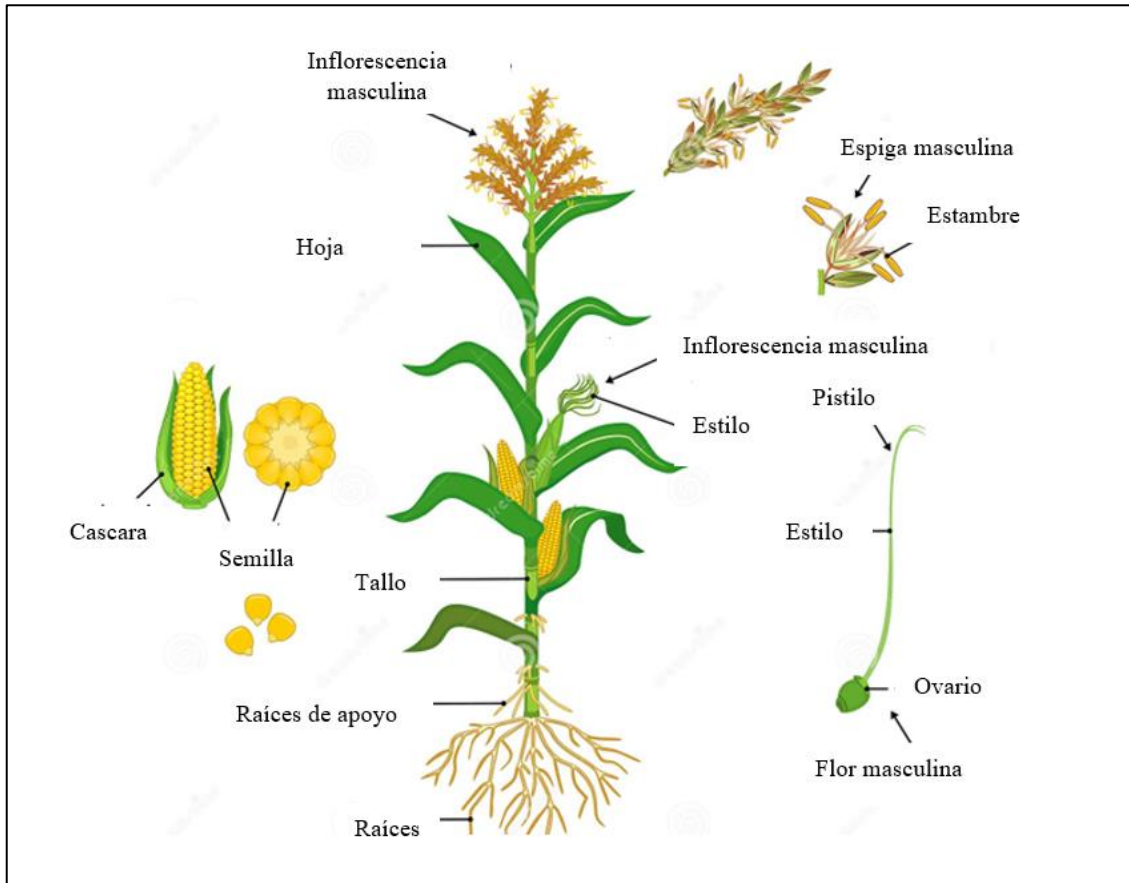


Ilustración 1-2: Botánica del maíz

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.1.4. Factores edafoclimáticos

El maíz se cultiva mejor en climas cálidos y subhúmedos con mucha precipitación (600 a 1500 milímetros) y fotoperíodos prolongados, se puede cultivar en zonas tropicales y templadas cálidas. El maíz se adapta a una amplia variedad de tipos de suelo que van desde arena hasta arcilla pesada, aunque el maíz se desarrolla mejor en suelos bien estructurados con textura intermedia (franco arenoso a franco arcilloso) Por lo general, el maíz se cultiva en suelos ligeramente ácidos a neutros (pH 5.5-7) (Saltos, 2018, p. 11).

De la misma forma, Pillasagua (2022, p. 37), menciona que se requieren temperaturas de al menos 10 grados centígrados (°C) para la germinación y la emergencia, mientras que las temperaturas de 18 a 30 °C son óptimas para su desarrollo y crecimiento. El maíz es sensible al estrés por

sequía, particularmente en la etapa de floración; sin embargo, puede tolerar temporalmente condiciones secas. Según Asanza (2021, p. 20), el cultivo demanda de una adecuada iluminación para su correcto desarrollo, exigiendo al menos 10 horas luz al día, y puede resistir días más largos con 12 a 14 horas luz manteniendo un balance óptimo de los niveles de requerimientos hídricos en el suelo.

2.2.1.5. Valor nutricional del maíz

En la tabla 3-2 se describe la composición nutricional del maíz.

Tabla 3-2: Valor nutricional del maíz

Componente	ICBF en 2018
Humedad (%)	11,3
Proteína (Nx6,25)	9,4
Lípidos	4,7
Carbohidratos disponibles	74,5
Fibra	7,3
Minerales	1,3

Fuente: ICBF, 2018, p. 42.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.1.6. Producción de maíz en Ecuador

El maíz es uno de los cultivos más productivos y dominantes del mundo. Se cultiva extensamente como alimento para humanos y ganado. Económicamente a nivel mundial el maíz es considerado uno de los cereales más importantes, por ejemplo en países industrializados este cereal es utilizado para el forraje, materia prima en la producción de alimentos procesados y producción de etanol (Pillasagua, 2022, p. 1). En el caso de Ecuador, la variedad de especies contempla las 29 razas, siendo la mayoría de ellas pertenecientes a la región sierra, por ende, la región andina contiene el mayor número de especies por área (Valenzuela et al., 2019, p. 41). Además, las tierras destinadas a este cultivo aportan significativamente a la economía del país puesto que son fuente de empleo para muchas familias ecuatorianas, así como el ingreso de divisas por la exportación de este cereal a otros países (García et al., 2020, p. 170).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2021, p. 10), alude que 341.3 miles de ha son consignadas al cultivo de maíz, lo cual simboliza un incremento del 5.7% en relación con el año 2019. Las provincias destinadas a esta actividad son Manabí, Los ríos y Guayas, ya que contemplan más del 80% de la superficie reservada a la cosecha de maíz. Por otra parte, la

Corporación Financiera Nacional (2021, p. 22), menciona que para el año 2019 eran 36 las sociedades dedicadas al sector de maíz, sin embargo, en 2020 la producción se redujo en un 2%, al igual que las exportaciones en un 39% y las importaciones en un 25%. Sin embargo, Hidalgo et al. (2018, p. 139), menciona que la información del maíz forrajero en Ecuador es escasa debido a que los productores no aprovechan este cultivo como alternativa de alimento para rumiantes.

2.2.2. Uso del cultivo

El maíz se cultiva en todo el mundo y representa un alimento básico para una proporción significativa de la población mundial, se utiliza para la producción de numerosos alimentos autóctonos, harinas, sémolas, almidones, edulcorantes, aceites de cocina, panes, tortillas, bioetanol, bebidas alcohólicas, etc., asimismo, en muchos países se utiliza el forraje de maíz para alimento de bovinos (Hidalgo et al., 2018, p. 145; Iglesias et al., 2018, p. 57).

2.2.3. Mejoramiento y producción de semillas

El cultivo de maíz ha evolucionado durante el último siglo, inicialmente, los productores utilizaron enfoques de mejoramiento de la población para mejorar las variedades de polinización abierta adaptadas localmente y, a menudo, guardar semillas para plantar el próximo año (Origel, 2020, p. 2). El mejoramiento moderno de maíz se enfoca casi exclusivamente en producir híbridos ampliamente adaptados para venderlos a los productores (Borroel et al., 2018, pp. 423-424). Los cruces simples en la reproducción híbrida se logran cruzando una línea endogámica masculina y una femenina ($\text{Línea A} \times \text{Línea B} = \text{A} \times \text{B}$), para aumentar el vigor y el rendimiento, los cruces simples se sustituyeron por cruces dobles, en los que se utilizan 4 líneas endogámicas no relacionadas en la producción de 2 líneas parentales, que luego se cruzan y dan como resultado la semilla híbrida de cruce doble (es decir, $(\text{A} \times \text{B}) \times (\text{C} \times \text{D})$) (Damiany, 2022, p. 2).

El mejoramiento convencional se ha utilizado para mejorar rasgos que incluyen el rendimiento, la tolerancia a altas densidades de plantas, la arquitectura del dosel, fuerza del tallo, raíz, la resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia al estrés biótico y abiótico, madurez, composición del grano y contenido de nutrientes, además las variedades de maíz de especialidad incluyen grado alimenticio, maíz dulce, palomitas de maíz y ensilaje (Borroel et al., 2018, p. 35; Origel, 2020, pp. 67-87).

2.2.4. Forrajes

Los forrajes se obtienen de las partes vegetativas de las leguminosas o las gramíneas que proporcionen una cantidad alta de fibra. Los forrajes son emplazados como alimento en los

animales en una forma física descompuesta (partículas de 3 mm a 8 mm de longitud) (Alvarado, 2018, p. 5).

Los forrajes pueden ser cosechados y reservados como ensilaje o pastoreo directo en el campo. Cuando un cultivo va a usarse como alimento verde para los animales, debe escogerse los genotipos de mejor desarrollo de plantas y las densidades de siembra deben ser mayores a las utilizadas para la producción (Conrad et al., 2018; citado en López et al., 2019, p. 62). El forraje verde se reconoce por su elevado contenido de humedad que incluye a los pastos, leguminosas y gramíneas, recolectados en el momento indicado de madurez fisiológica (Portillo et al., 2019, p. 95).

2.2.5. El cultivo del maíz para forraje

El cultivo de maíz es utilizado como fuente de alimentación para sustentar a los animales en campo o en establos. No obstante, para tener un alimento con las características requeridas en un plan de nutrición animal se debe analizar y manejar los cuidados del cultivo de maíz. Mediante las investigaciones en pequeñas parcelas y estudios en laboratorio se puede dictaminar el contenido nutricional y de materia fresca y seca de las plantaciones del maíz, para luego ser cortado y proveer a los animales (Iglesias et al., 2018, pp. 25-32). Según Zambrano et al. (2021b, p. 103), menciona que la densidad de siembra ronda los 40 kg de semilla por hectárea. Se siembra en línea recta, con distancias de 80 cm. La recolección de esta especie se realiza cuando las semillas están en un estado blando o pastoso. En general, el maíz para ensilaje tiene un contenido de carbohidratos y humedad de 49 % y 68% respectivamente, lo que lo convierte en un excelente elemento para la alimentación del ganado debido a sus nutrientes, digestibilidad y disponibilidad de su descomposición (Romero, 2019, p. 33).

Amat (2019, p. 9), mencionó que hoy en día es importante optimizar los recursos alimenticios de los animales y una forma de mejorar en gran medida la utilización de los alimentos es conocer y aplicar las propiedades nutricionales correctas que estos brindan en la dieta, puesto que éstas influyen en el rendimiento y respuestas reproductivas del animal. El forraje se compone de muchas porciones disímiles, que se pueden dividir en lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, nitrógeno no proteico (NNP), proteínas solubles, fibra unida a proteínas, pectina, hemicelulosa, celulosa y lignina.

2.2.6. Híbridos del maíz

Las variedades híbridas de maíz , tanto simples, dobles o triples, poseen beneficios significativos como la disminución de pérdidas causadas por plagas y el aumento de la productividad, generando así mejores productos y mayores oportunidades respecto a la expansión de sus mercados y usos (Cepeda, 2019, p. 119).

2.2.6.1. INIAP H-551

Según Espinoza (2021, p. 45), este maíz es un híbrido originario del año 1990 por la EET-Pichilingue, formado por tres líneas endogámicas (S4 B-523 x S4 B-521) x S4 B-520 (híbrido triple) que provienen de maíces diferentes pero con buen material genético. Además, esta especie se caracteriza por tener alturas máximas de 2.30 metros, así como la resistencia a enfermedades foliares (fungosas, Tizón, manchas de asfalto y curvularia), tallos y raíces resistentes, ciclo de cosecha de 120 días, floración 50 a 51 días, densidad poblacional de 62500 plantas por hectárea y un rendimiento de 160qq/ha en épocas lluviosas y 141 qq/ha en temporadas secas.

2.2.6.2. INIAP H-554

Tal como lo menciona Cobeña (2021, pp. 10-11), este tipo de híbrido es simple, resultado del cruce entre una línea femenina obtenida por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), S4 L-21-3-1-1-COM-2 y progenitor masculino CML-172 introducida en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Esta variedad se distingue por la coloración amarilla del grano, con un rendimiento de 120 qq/ha, resistencia a enfermedades foliares, alta calidad proteica y excelentes aspectos agronómicos.

2.2.6.3. DEKALB 7088

Godoy (2019, pp. 25-26), describe a esta especie como un híbrido de última generación, con una buena estabilidad, adaptabilidad y rendimiento, además es una especie resistente a diferentes enfermedades y plagas. En la tabla 4-2 se describe algunas de las características de este genotipo.

Tabla 4-2: Características del híbrido DEKALB 7088

Características morfológicas	
Tipo de híbrido	Simple
Altura de la planta	2,32 m
Altura de inserción de mazorca	1,45 cm
Forma de mazorca	Cilíndrica o cónica
Cobertura de la mazorca	Buena
Numero de hileras	16-20
Color del olote	blanco
Color del grano	Amarillo anaranjado
Textura del grano	cristalino ligera capa harinosa

Características agronómicas	
Vigor inicial	bueno
Habito de crecimiento	erecto
Días de floración	54 días
Días de cosecha	135 días
Sequia	Buena resistencia
Pudrición	Muy tolerante
Rendimiento	14 t/ha

Fuente: Godoy, 2019, pp. 26-27.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.6.4. COPA SV-3243

La variedad es considerada un híbrido triple que se caracteriza por poseer los granos de la mazorca con una textura débilmente cristalina con un tono entre amarillo y rojizo. En la tabla 5-2 se describe las características del genotipo (Panchana, 2021, p. 26).

Tabla 5-2: Características del híbrido COPA SV-3243

Especie	Maíz duro
Tipo de híbrido	Triple
Pureza mínima (%)	97
Germinación mínima (%)	90
Altura de la planta	244 cm
Altura de inserción de mazorca	117 cm
Número de hileras de mazorca	14-16
Floración (emergencia)	50-54 días
Floración (emergencia-madurez)	80-85 días
Días de emergencia a cosecha	120-125 días
Rendimiento	Muy bueno

Fuente: Panchana, 2021, p. 26.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.6.5. Promisorio maíz forrajero

De acuerdo con Amaiquema (2019, p. 14), este genotipo es altamente destinado para fines forrajeros debido a sus altas cualidades proteicas y condiciones de adaptabilidad. La especie proviene de la línea L-4-1-1-4 QPM-11 x L-1-3-1-1 QPM-15, las características se describen en la tabla 6-2.

Tabla 6-2: Características del híbrido promisorio forrajero

Habito de crecimiento	Determinado
Color del grano	Amarillo
Días de floración	50 días
Altura de planta	2,20 m
Inserción de la mazorca	1,20 m
Resistencia	Sequia
Rendimiento	125 qq/ha

Fuente: Amaiquema, 2019, p. 14; Panchana, 2021, p. 65.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.6.6. Variedad INIAP 543-QPM

INIAP 543-QPM es una variedad sintética de libre polinización, que nace del ACROSS-8363 intercalada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y mejorada por el INIAP de Portoviejo. Dentro del Ecuador se empezó a usar en el litoral ecuatoriano y actualmente se lo utiliza dentro de la gastronomía e industrial. En la tabla 7-2. Se describen las principales características de la variedad INIAP 543-QPM (Limongi et al., 2019, p. 2).

Tabla 7-2: Características de la variedad INIAP 543-QPM

Descriptores	Datos agronómicos	Media / Moda	Valor mínimo	Valor máximo
Tipo de variedad	Libre polinización			
Altura de la planta (cm)		261.4	175.0	315.0
Altura de inserción de la mazorca (cm)		142.3	80.0	176.0
Floración femenina (días)	Precoz	55.0	50.0	64.0
Acame de raíz (%)	Resistente	1.0	0.0	24.0
Acame de tallo (%)	Resistente	1.6	0.0	16.0
Tipo de mazorca	Cónica-Cilíndrica			
Cobertura de la mazorca	Buena	2	2	2
Longitud de la mazorca (cm)		18.3	16.2	20.7
Diámetro de mazorcas (cm)		4.5	2.8	5.0
Color del grano	Blanco			
Textura del grano	Delgado			
Peso 1000 semillas (g)		373.7		
Cosecha en choclos	75-80			
Ciclo vegetativo (días)	120			

Proteína total (%)	8.95		
Triptófano (%)	0.074		
Lisina (%)	0.396		
Índice de calidad	0.827		
<i>Puccinia sorghi</i>	1	1	2
<i>Cercospora zea-maydis</i>	1	0	3
<i>Helmiknthosporium maydis</i>	3	2	4
<i>Curvularia lunata</i>	3	3	4

Fuente: Limongi et al., 2019, p. 2.

Elaborado por: Maza, Marlín, 2022.

2.2.7. Efecto de diferentes días de corte y densidades en maíces forrajeros

Conocer el estado apropiado para cosechar el cultivo de maíz como alimento de animales (forraje), nos ayudara a saber el contenido de humedad de la planta, el estado de madurez de la mazorca y la digestibilidad del forraje (Guerra et al., 2014, p. 26). En países latinoamericanos el maíz para forraje se cosecha cuando el grano se halla en estado pastoso o lechoso-pastoso, obteniendo una cantidad baja de mazorcas de maíz, reflejando una menor producción y mayor calidad del forraje (Castañeda et al., 2006, p. 34).

De acuerdo con Pillasagua (2022, p. 38), el clima, riego, densidad de población entre otros son factores que interfieren en el rendimiento del cultivo, por ello es importante analizar técnicas mejoradas con el fin de aumentar la producción del cultivo del maíz, sin embargo, otro de los factores mencionados anteriormente es la densidad poblacional, puesto que comprende la cantidad de plantas que se van a cultivar en el terreno. Para determinar la densidad de la cosecha se debe considerar la variedad del maíz; cuando la variedad sea mal escogida la productividad disminuye.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización

El trabajo experimental se desarrolló en la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Granja San Carlos, ubicada en la Vía Sacha - San Carlos a 4 km de la entrada a la Parker, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, Ecuador.

3.1.1. Ubicación geográfica

Lugar: Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA)

Latitud: 0°21'31,2" Sur

Longitud: 76°52'40,1" Oeste

Altitud: 272 m s.n.m.

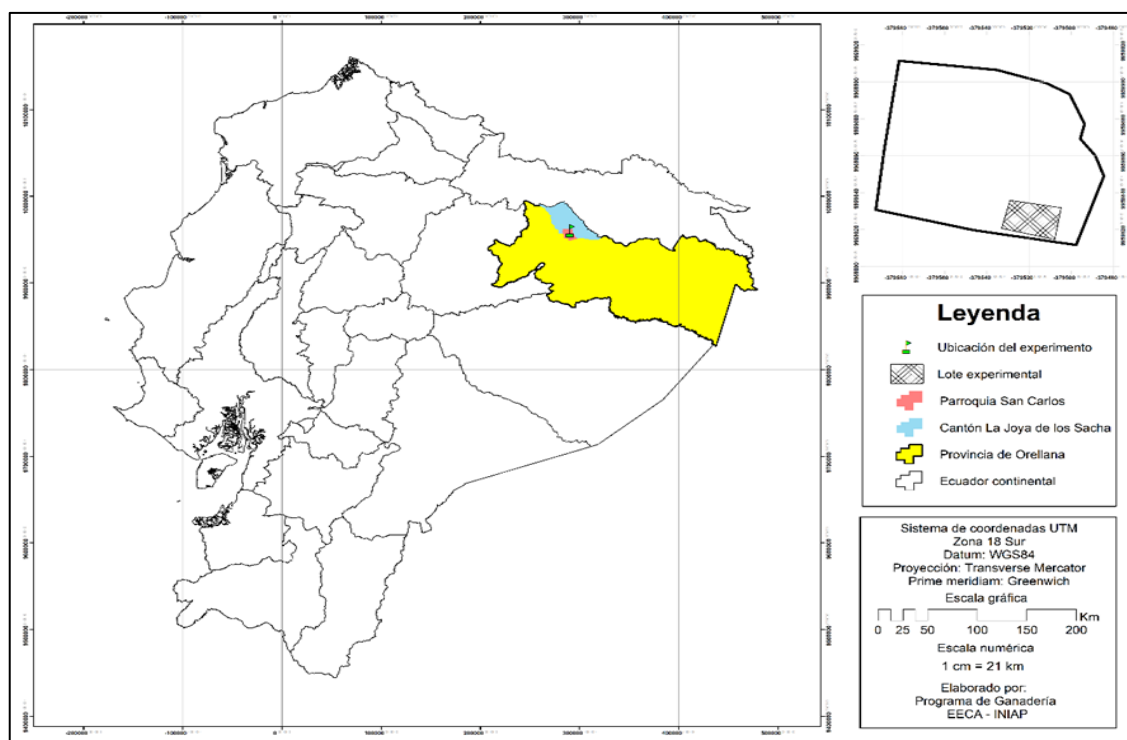


Ilustración 1-3: Mapa de ubicación del ensayo genotipos de maíz

Realizado por: Programa de Ganadería INIAP-EECA, 2022.



Ilustración 2-3. Lugar de ejecución del experimento

Fuente: Google Maps, 2022.

3.1.2. Características edafoclimáticas

La zona de estudio se caracteriza por presentar un clima tropical, cálido húmedo, las condiciones agroecológicas son: precipitación mensual de 2.310 mm y temperatura media mensual de 27,23 °C. El trabajo experimental se efectuó en la época de máxima precipitación en los meses de marzo, abril y mayo de 2022. En la ilustración 3-3, se presenta de manera detallada las condiciones climáticas presentadas durante los meses de ejecución del ensayo. El tipo de suelo del área experimental es de orden Inceptisol, textura franco arcilloso.

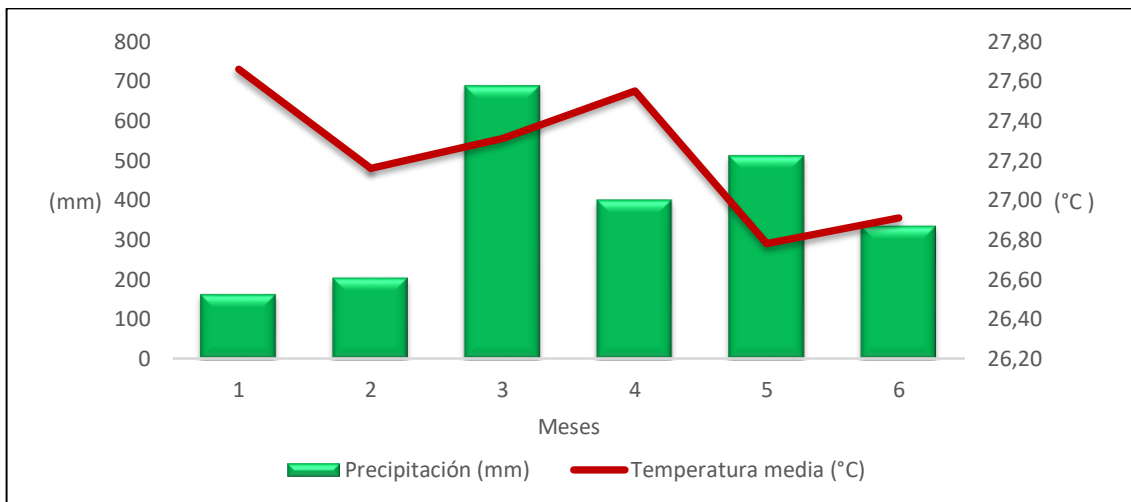


Ilustración 3-3. Comportamiento de la precipitación y temperatura media en La Joya de los Sachas

Fuente: INIAP-EECA, 2022.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales, equipos e instrumentos

3.2.1.1. Biológicos

Híbridos de maíz INIAP H-551, INIAP H-554, DEKALB 7088, Copa SV-3243, Promisorio maíz forrajero y la variedad INIAP 543-QPM.

3.2.1.2. Insumos agrícolas

Nitrato de amonio, Sulfato de magnesio, 10-30-10, Yaramila Complex, Puñete (Clorpirifos), Proclaim (Emamectin benzoate), Dublon Gold (Nicosulfuron Thifensulfuron-methy).

3.2.1.3. Materiales

Hojas de papel bond formato A4, Lápiz HB, esferos, cuaderno, láminas de micas, estacas de madera, espeque, regla, piolas nylon, taype, fundas transparentes, fundas de papel, cinta de embalaje y/o adhesiva.

3.2.1.4. Equipos e instrumentos

Computador, impresora, plasticadora, bomba de mochila, machete de cortar, barreno, balanza electrónica y analítica, calibrador digital, cinta métrica, GPS Garmin eTrex30, Medidor de clorofila APOGEE MC100, trituradora de pasto Trapp TRF7006, estufas Mermert/Thermo Scientific, molino de cuchillas Thomas.

3.3. Métodos

El alcance de esta investigación es de carácter científica, experimental, con enfoque cuantitativo, se aplicará variables dependientes e independientes. Las variables productivas y morfo-fisiológicas a registrar en este estudio son de carácter cuantitativas, discretas y continuas.

3.3.1. Factores en estudio

VARIABLES INDEPENDIENTES CUANTITATIVAS: 6 materiales de maíz

VARIABLES DEPENDIENTES CUANTITATIVAS: parámetros morfo-fisiológicos y parámetros de producción.

3.3.1.1. Características de la unidad experimental

Las unidades experimentales, están constituidas por seis surcos de cada híbrido o variedad. En la tabla 1-3, se detalla las características de las unidades experimentales.

Tabla 1-3: Características de la unidad experimental

Unidad experimental	Características
Número de unidades experimentales	24
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	6
Área total del experimento (m ²)	331
Área neta del experimento (m ²)	288
Longitud de hilera (m)	5
Distancia entre hileras (m)	0,4
Distancia entre plantas (m)	0,2
Distancia entre caminos (m)	1,00
Número de plantas por parcela total	150
Número de plantas por parcela neta	50
Área parcela total (m ²)	12
Área parcela neta (m ²)	4
Número de plantas total por tratamiento	150
Número de plantas por ensayo total	3600
Número de plantas por parcelas netas total	1200

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

3.3.2. Tratamientos

En la tabla 2-3, se indica el número de tratamientos con sus códigos o nombres respectivos.

Tabla 2-3: Tratamientos estudiados

Nº Tratamientos	Nombre/ código del híbrido o variedad	Origen/ proveedor
T1	INIAP H-551	INIAP-EETP
T2	INIAP H-554	INIAP-EETP
T3	Promisorio QPM	INIAP-EETP
T4	DEKALB 7088	Ecuaquimica
T5	INIAP 543 QPM	INIAP-EEP
T6	COPA (SV 3243)	AGRIPAC

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

3.3.2.1. Disposición de los tratamientos

En la ilustración 4-3, se presenta un esquema con la distribución de los tratamientos en las unidades experimentales.

106 INIAP H-551	105 PROMISORIO QPM	104 INIAP H-554	103 DEKALB 7088	102 INIAP 543 QPM	101 COPA (SV 3243)	BLOQUE 1
-----------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	--------------------------	-------------

201 DEKALB 7088	202 INIAP 543 QPM	203 PROMISORIO QPM	204 INIAP H-551	205 INIAP H-554	206 COPA (SV 3243)	BLOQUE 2
-----------------------	-------------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-------------

306 INIAP H-551	305 INIAP 543 QPM	304 DEKALB 7088	303 COPA (SV 3243)	302 PROMISORIO QPM	301 INIAP H-554	BLOQUE 3
-----------------------	-------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------	-------------

401 INIAP H-554	402 INIAP 543 QPM	403 DEKALB 7088	404 INIAP H-551	405 COPA (SV 3243)	406 PROMISORIO QPM	BLOQUE 4
-----------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------

Ilustración 4-3: Disposición de los tratamientos en campo

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

3.3.3. Diseño experimental

Para el presente trabajo experimental se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Además, se realizó el análisis de variancia (ADEVA), para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 0,05 % para lo cual se usará el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ij} : Variable de respuesta

μ : Media general

τ_i : Efecto de los genotipos

β_j : Efecto del bloque

ε_{ij} : Efecto del error experimental

3.3.4. Análisis estadístico

El esquema de análisis de varianza se presenta en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Análisis de varianza ADEVA utilizado en el estudio

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de Libertad
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	5
Error	(r-1) (t-1)	15
Total	(r.t)-1	23

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

3.3.5. Manejo específico del experimento

3.3.5.1. Análisis del suelo

Previo a la preparación del área de ensayo, se recolectó muestras de suelo para la realización del análisis físico-químico en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), según el reporte del análisis de suelo que se indica en la tabla 4-3, se conoció el contenido de nutrientes, % materia orgánica y textura que posee el suelo de la zona de estudio.

Tabla 4-3: Resultados del análisis de suelo de la Granja San Carlos

Amonio	60.2 ppm	Alto
Fosforo	28.0 ppm	Alto
Potasio	0.52 meq/100 mL	Alto
Calcio	13.35 meq/100 mL	Alto
Magnesio	2.36 meq/100 mL	Alto
Azufre	5.67 ppm	Bajo
Zinc	8.46 ppm	Alto
Cobre	12.79 ppm	Alto
Hierro	208.20 ppm	Alto
Manganeso	24.05 ppm	Alto
Boro	0.30 ppm	Bajo
Materia orgánica (MO)	4.87% ppm	Medio
Clase textural	Franco-Arcilloso	
pH	6,28	Ligeramente ácido

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

3.3.5.2. Preparación del suelo

Para preparar el área del ensayo, se utilizó un pase de arado y dos de rastra con el fin de brindar las condiciones ideales a las semillas para su proceso de germinación y desarrollo.

3.3.5.3. Trazado de las distancias de siembra

Se realizó el trazado a una distancia de 0,40 entre surcos y 0,20 entre plantas, posteriormente con un espeque se hizo los hoyos a una profundidad de 3 cm.

3.3.5.4. Siembra

La siembra de maíz se realizó a los 17 días del mes de marzo del año 2022, aprovechando las altas precipitaciones, previo a la siembra se realizó la desinfección de las semillas con Thiodicarb (Semevin) con una dosis de 0,02 L kg⁻¹, luego se sembró una semilla por golpe.

3.3.5.5. Control químico pre emergente de malezas e insectos plaga

Después de la siembra, con una bomba de mochila se realizó una aplicación preventiva a la presencia de malezas e insectos plaga del suelo con una mezcla de: 1,5 L de pendimentalin + 1,5 kg de atrazina + 1,5 L de clorpirifos por hectárea. En 20 litros de agua, se mezcló 0,15 L de pendimentalin y 0,15 kg de atrazina y 0,15 L de clorpirifos.

3.3.5.6. Fertilización

De acuerdo al programa de fertilización de maíz de la estación Experimental Tropical Pichelingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), las bases recomendadas para maíz forrajero son: 180 kg ha⁻¹ N, 46 kg ha⁻¹ P, 60 kg ha⁻¹ K, 43kg ha⁻¹ S y 54 kg ha⁻¹ Mg.

Sin embargo, la fertilización aplicada en esta investigación fue basada en el reporte del análisis de suelo, donde el elemento que se encuentran en un nivel bajo es el azufre (S) con 10,1 kg ha⁻¹ disponible en el suelo, lo cual se suplementó la deficiencia con una dosis de 153 kg ha⁻¹ de Sulfato de amonio ((NH₄)₂ SO₄) como fuente de fertilización con una concentración del 21% N + 24% S. Los macroelementos se encuentran disponibles en el suelo en altas cantidades que cubren los requerimientos del maíz forrajero, excepto el nitrógeno (N) que posee 107 kg ha⁻¹, lo cual se añadió 216 kg ha⁻¹ de Nitrato de amonio (NH₄NO₃) con una concentración del 34% N. La fertilización edáfica localizada se realizó de manera manual a 5 cm del tallo. La aplicación de los fertilizantes se fraccionó de la siguiente manera:

- Nitrógeno (N) se aplicó fraccionando en tres aplicaciones, 25% a los 15 días después de la siembra (dds), 25% a los 30 dds y 50% a los 45 dds
- Azufre (S) en dos aplicaciones, el 50% a los 15 dds y la segunda aplicación del 50% a los 30 dds.

3.3.5.7. Control de plagas

Para el control de plagas como: gusano cogollero, trozador, langosta, entre otros, se aplicó insecticidas como: Puñete (Clorpirifos) 3,6 L ha⁻¹, el cual se fraccionó en tres aplicaciones a los 8, 15 y 30 dds y Proclaim (Emamectin benzoate) 0,30 kg ha⁻¹ en dos aplicaciones a los 30 y 45 dds. En 20 litros de agua, se colocó 0,12 L de Clorpirifos y 0,015 kg de Emamectin benzoate.

3.3.5.8. Control post emergente de malezas

Se aplicó 0,05 kg ha⁻¹ de Dublon Gold (Nicosulfuron Thifensulfuron-methy), a los 21 dds, para el control de malezas. En 20 litros de agua, se colocó 0,005 kg de Nicosulfuron Thifensulfuron-methy.

3.3.5.9. Cosecha de forraje

La cosecha de forraje fresco se realizó cuando la planta se encontraba en madurez fisiológica aproximadamente a los 80 días dds. Para ello se empleó un machete y se cortó desde la base de la planta.

3.3.6. Variables a registrarse

3.3.6.1. Variables morfológicas

Días a floración femenina:

A través del método de observación directa, se contabilizó los días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada unidad experimental presenten estigmas o pelos de elote, con aproximadamente 2 cm de largo (Amaiquema, 2019, p. 19).

Altura de la planta:

Con una regla se midió desde la superficie del suelo hasta la hoja bandera en diez plantas al azar. Esta variable se registró en metros a los 80 días dds (CIMMYT, 2017, p. 3).

Longitud de hoja:

Con el empleo de una cinta métrica se realizó la medición desde la lígula hasta el ápice de la hoja que sobresale la mazorca más alta. Este valor se tomó en diez plantas al azar y el promedio se registró en metros a los 80 dds (Amat, 2019, p. 18).

Ancho de hoja:

Se realizó la medición en el punto medio de las mismas hojas que se determinó la longitud. Esta actividad se desarrolló con una cinta métrica en 10 plantas y el promedio se registró en centímetros a los 80 dds (Amat, 2019, p. 18).

Acame de raíz:

A través del método de observación directa, se registró el número de plantas de la parcela total con una inclinación de 45 grados o más a partir de la perpendicular en la base de la planta donde comienza la zona radical. Este valor se registró en porcentaje, previo a la cosecha (CIMMYT, 2017, p. 3).

Acame de tallo:

Con el método de observación directa, se contabilizó el número de tallos rotos por debajo de la mazorca superior. Este carácter se expresó en porcentaje previo a la cosecha en función del número de plantas de la parcela total. (CIMMYT, 2017, p. 3).

Diámetro del tallo:

Con un calibrador (paquímetro), se midió el primer entrenudo de 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento. Esta variable se registró en milímetros a los 80 dds (Amaiquema, 2019, p. 20).

Número de hojas por planta:

Se contabilizó todas las hojas de diez plantas tomadas al azar de cada tratamiento, a través del método de observación directa a los 70 dds.

3.3.6.2. Variables fisiológicas**Índice de verdor (Unidades SPAD):**

Para determinar la concentración de clorofila en la lámina foliar del maíz, se utilizó un medidor óptico de clorofila modelo MC-100 (Apogee Instruments, Logan, UTAH, USA). Las lecturas se realizaron en 10 plantas en competencia intraespecífica, en la parte central del limbo/lámina de

cada hoja que albergó la inflorescencia femenina/ mazorca, los resultados se expresaron en unidades SPAD, a los 80 dds (Reyes et al., 2017, p. 114).

Índice de área foliar:

Para determinar el área foliar, se evaluó midiendo el largo y ancho de hoja de 10 plantas tomadas al azar a los 80 dds, el resultado se multiplicó por el factor 0,75 y el total de hojas por planta. Posteriormente, para obtener el IAF se multiplicó el valor del área foliar por la densidad poblacional y se dividió por el área sembrada como se indica en la siguiente fórmula:

$$IAF: \frac{(Área\ foliar)(Densidad\ poblacional)}{(Área\ sembrada)}$$

Ecuación 1-3: Índice de área foliar

Fuente: Intagri S.C. 2016, p. 2.

3.3.6.3. Variables de producción

Producción de forraje verde:

Se cortó la planta entera de las dos hileras centrales (parcela neta) de cada unidad experimental a los 80 días, se pesó con una balanza electrónica y los resultados se expresaron en kilogramos de forraje verde por hectárea ($kgFV\ ha^{-1}$), luego se infirió los valores de las plantas cosechadas a $t\ ha^{-1}$ (Amat, 2019, p. 18).

Producción de materia seca:

Se estima la producción de forraje verde obtenido anteriormente, por el peso seco realizado en una estufa con las muestras trituradas, dividido al peso de forraje verde triturado previo al secado y éste valor se dedujo a una hectárea. A continuación, se presenta la siguiente fórmula:

$$PMS\ (kg\ ha^{-1}) = \frac{PFV * PS}{PF}$$

Ecuación 2-3: Materia Seca

Fuente: Morocho, 2020, p. 27.

Donde:

PMS: producción de materia seca

PFV: producción de forraje verde

PF: peso fresco de la muestra

PS: peso seco de la muestra

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Variables morfológicas

4.1.1. Días a floración femenina

El análisis de varianza (ANOVA) para esta variable presentó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,62% (Tabla 1-4).

Tabla 1-4: Análisis de varianza para la variable días a floración

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	34,33	8	4,29	5,29	0,0028	
TRATAMIENTO	33,50	5	6,70	8,26	0,0006	**
REPETICIÓN	0,83	3	0,28	0,34	0,7950	ns
ERROR	12,17	15	0,81			
TOTAL	46,50	23				
C.V%	1,62					

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

Según los resultados obtenidos del método de comparación Tukey con un nivel de significación al 5%, el tratamiento T2 (INIAP H-554), con un promedio de 58 dds, fue el que más demoró en emerger la floración femenina, mientras el T6 (COPA SV 3243), presentó la floración más precoz, con un promedio de 54,25 dds, con respecto al resto de tratamientos (Ilustración 1-4). El tiempo de floración para el híbrido promisorio en este experimento, no se encuentra dentro del rango a los expuestos por Amaiquema (2019, p. 22), quien evaluó un híbrido promisorio de maíz forrajero en la zona de Quevedo, bajo 5 niveles de fertilización y tres densidades de siembra, obteniendo la floración más precoz a los 50 dds con fertilización NPK y la densidad de 115 000 pl ha⁻¹, y el resto de tratamientos emitiendo la floración femenina días después.

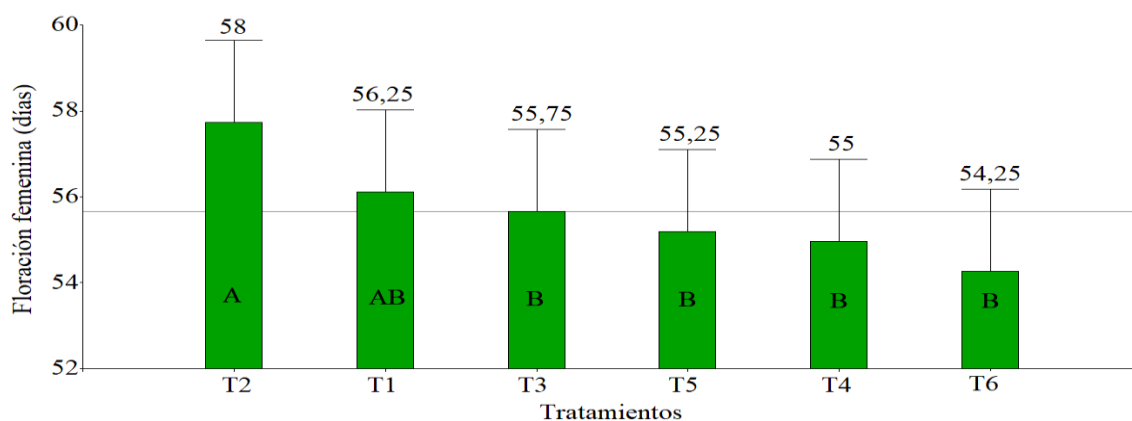


Ilustración 1-4: Floración. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=2,07; línea horizontal representa el promedio=55,75; EEM=0,45; R²=0,74

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.2. Altura de la planta

Los resultados del análisis de varianza indican que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,63% (Tabla 2-4).

Tabla 2-4: Análisis de varianza para la variable altura de la planta

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	0,48	8	0,06	14,37	<0,0001	
TRATAMIENTO	0,30	5	0,06	14,50	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,18	3	0,06	14,14	0,0001	**
ERROR	0,06	15	4,1 E-03			
TOTAL	0,54	23				
C.V%	2,63					

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

Según la prueba de Tukey al 5%, el T5 (INIAP 543), presentó la mayor altura con 2,59 m, mientras el T3 (PROMISORIO) mostró un promedio de 2,27 m, inferior al resto de tratamientos (Ilustración 2-4). Estos valores no concuerdan con los reportado por Sigcha (2016, p. 33), quien evaluó cuatro híbridos de maíz duro a tres distancias de siembra en la provincia de Orellana-cantón Loreto, donde el híbrido PIONEER 30K73 y DK 7088 a los 60 dds, alcanzaron una media superior de 2,69 m y 2,59 m con una distancia de siembra de 70 cm.

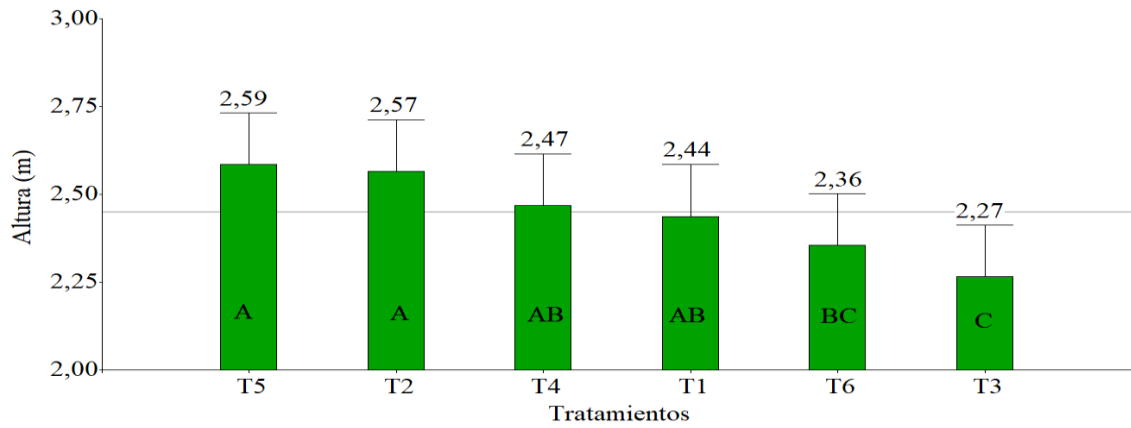


Ilustración 2-4: Altura. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,15; línea horizontal representa el promedio=2,45; EEM=0,03; R²=0,88

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.3. Longitud de hoja

Para esta variable se reportó diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos, con un coeficiente de variación de 2,98 % (Tabla 3-4).

Tabla 3-4: Análisis de varianza para la variable longitud de hoja

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	0,06	8	0,01	8,06	0,0003	
TRATAMIENTO	0,05	5	0,01	12,13	0,0001	**
REPETICIÓN	3,3 E-03	3	1,1 E-03	1,26	0,3232	ns
ERROR	0,01	15	8,8 E-04			
TOTAL	0,07	23				
CV%	2,98					

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El T5 (INIAP 543-QPM) obtuvo la mayor longitud de hoja con 1,06 m, mientras que la longitud inferior presentó el T6 (COPA SV 3243) con un valor de 0,93 m (Ilustración 3-4). Estos valores fueron inferiores a los expuestos por Tumbaco (2019, p. 29), quien evaluó dos híbridos, donde el híbrido autentica presentó una longitud de 1,24 m a los 80 días con una densidad de (0,80x0,20 m), mientras el híbrido trueno (0,80x0,20 m), indicó una media de 0,82 m a los 80 dds.

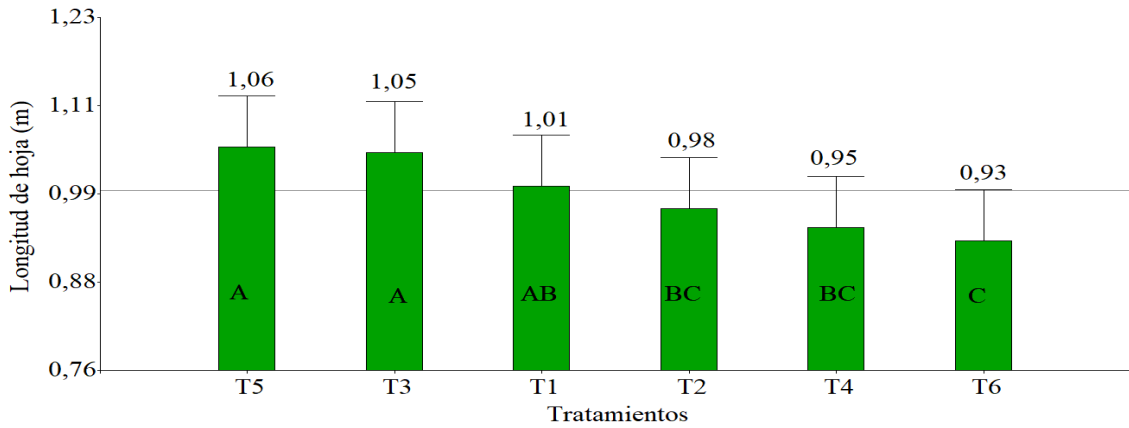


Ilustración 3-4: Longitud. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,07; línea horizontal representa el promedio=1,00; EEM=0,01; R²=0,81

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.4. Ancho de hoja

Según el análisis de varianza, para esta variable se obtuvo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,38% (Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Análisis de varianza para la variable longitud de hoja

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	7,61	8	0,95	16,56	<0,0001	
TRATAMIENTO	7,22	5	1,44	25,13	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,39	3	0,13	2,29	0,1203	ns
ERROR	0,86	15	0,06			
TOTAL	8,47	23				
CV%	2,38					

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El ancho de hoja más alto lo reportó el tratamiento T6 (COPA SV 3243) con una media de 10,93 cm, y el tratamiento T1 (INIAP H-551) presentó un promedio inferior con 9,30 cm, respecto a los otros tratamientos (Ilustración 4-4). Según lo reportado por Tumbaco (2019, p. 30), el híbrido Trueno (0,60x0,25 m) indicó un promedio de 16 cm a los 70 dds, siendo un valor mayor a lo evaluado en esta experimentación.

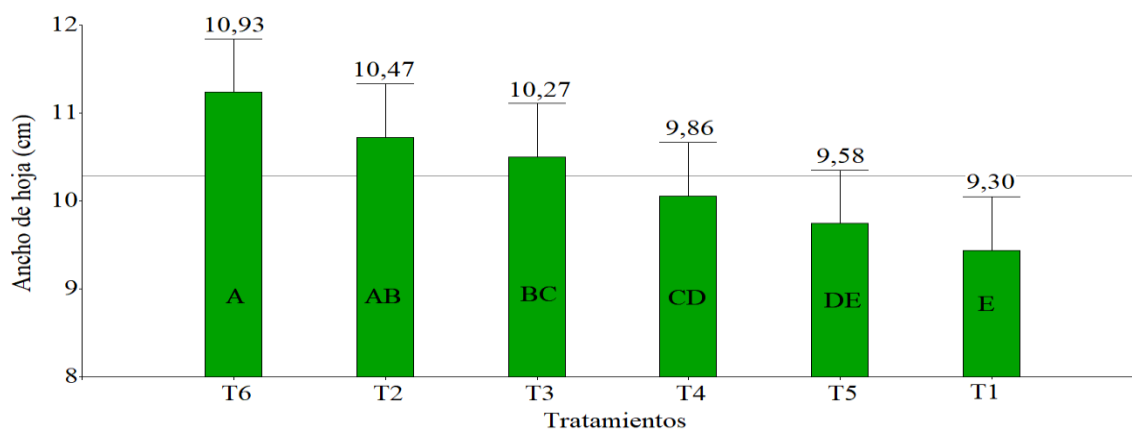


Ilustración 4-4: Ancho. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,55; línea horizontal representa el promedio=10,07; EEM=0,12; R² =0,90

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.5. Acame de raíz

El análisis de varianza reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 40,50% (Tabla 5-4).

Tabla 5-4: Análisis de varianza para la variable acame de raíz

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	225,32	8	28,16	3,59	0,0158	
TRATAMIENTO	177,14	5	35,43	4,51	0,0104	*
REPETICIÓN	48,18	3	16,06	2,05	0,1506	ns
ERROR	117,71	15	7,85			
TOTAL	343,02	23				
CV%	40,50					

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El T1 (INIAP H-551) presentó el porcentaje más alto de acame de raíz con un valor de 9,67%. Por otra parte, el T3 (PROMISORIO) obtuvo el 1,83%, siendo el menor porcentaje de acame, respecto a los otros genotipos de maíz forrajero (Ilustración 5-4). Según Amat (2019, p. 25), en un estudio realizado en zonas del Litoral ecuatoriano, el DEKALB 7088 y promisorio de maíz forrajero no presentaron acame de tallo, mientras INIAP H-553 mostró un 56,25% de acame a los 70 dds en época lluviosa.

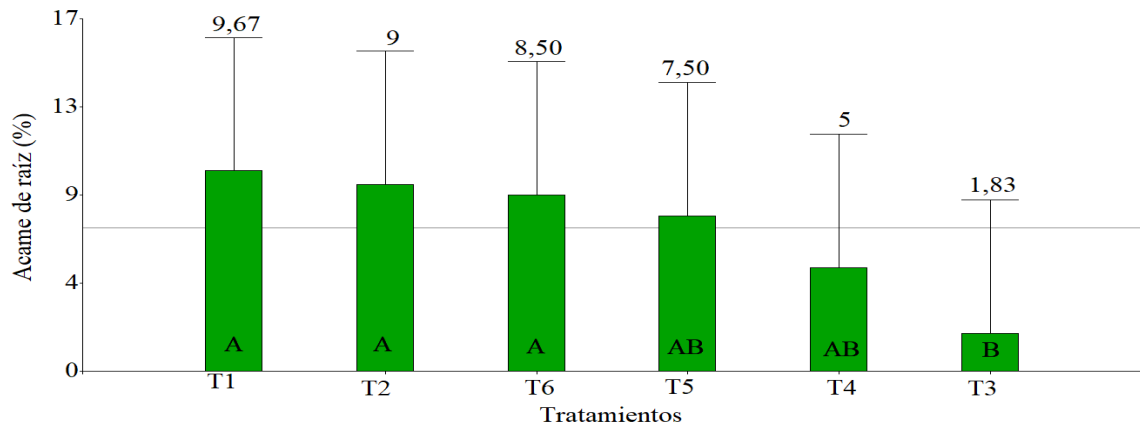


Ilustración 5-4: Acame raíz. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=6,44; línea horizontal representa el promedio=6,92; EEM=1,40; R2 =0,66

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.6. Acame de tallo

En el análisis de varianza de acame de tallo, no se presenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, y se observa un alto coeficiente de variación de 141,51% (Tabla 6-4).

Tabla 6-4: Análisis de varianza para la variable acame de tallo

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	33,44	8	4,18	1,12	0,4015	
TRATAMIENTO	22,49	5	4,50	1,21	0,3515	ns
REPETICIÓN	10,94	3	3,65	0,98	0,4279	ns
ERROR	55,76	15	3,72			
TOTAL	89,20	23				
CV%	141,51%					

P- valor $> 0,05$ y $> 0,01$ ns: no significativo; $< 0,05$ y $> 0,01$ *: significativo; $< 0,05$ y $< 0,01$ **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

Para esta variable numéricamente si existió diferencias, donde el T2 (INIAP H-554) presentó la media más alta en acame de tallo con 3,33 %, siendo el T3 (PROMISORIO) que obtuvo el menor promedio con 0,50% (Ilustración 6-4). Sin embargo, en un ensayo realizado por Molina (2016, p. 52), reportó el porcentaje más alto de acame al material genético 6016 con 6,17%, siendo el menor porcentaje de acame principalmente para el material genético INIAP H-551 con 2,17% en época lluviosa.

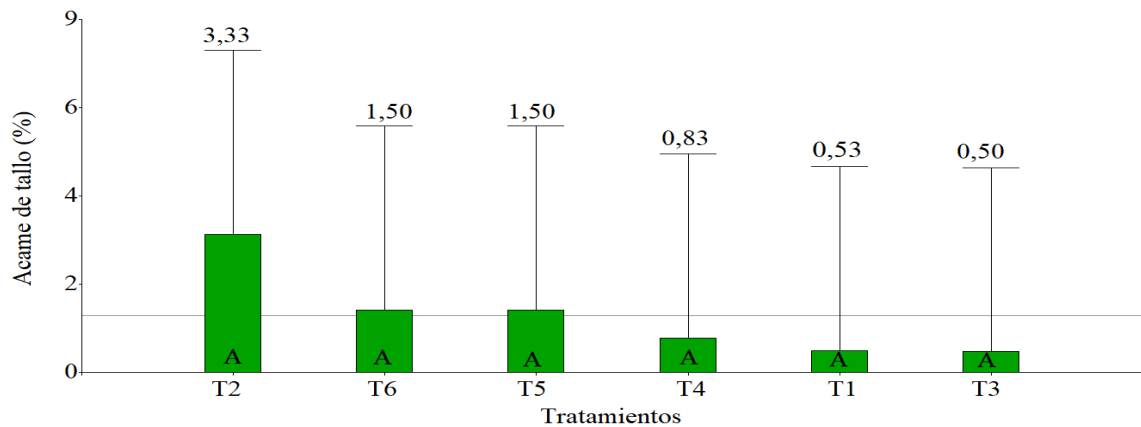


Ilustración 6-4: Acame tallo. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=4,43; línea horizontal representa el promedio=1,36; EEM=0,96; R2 =0,37

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.7. Diámetro del tallo

El análisis de varianza para diámetro del tallo a los 80 días, presentó diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,65 % (Tabla 7-4).

Tabla 7-4: Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	19,57	8	2,45	2,86	0,0380	
TRATAMIENTO	18,59	5	3,72	4,34	0,0121	*
REPETICIÓN	0,98	3	0,33	0,38	0,7689	ns
ERROR	12,84	15	0,86			
TOTAL	32,41	23				
CV%	4,65					

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El mayor promedio reportó el T2 (INIAP H-554) con un diámetro de 21,26 mm a diferencia del T5 (INIAP 543-QPM) que registró un valor de 18,67 mm, siendo este el promedio inferior entre los tratamientos (Ilustración 7-4). Estos valores superan a lo reportado por Amaiquema (2019, p. 27), donde el promisorio de maíz forrajero con una fertilización NPK y una densidad de 100 000 pl ha⁻¹ tuvo un promedio de 19,69 mm y un valor inferior de 17,16 mm con una fertilización de N y 115 000 pl ha⁻¹.

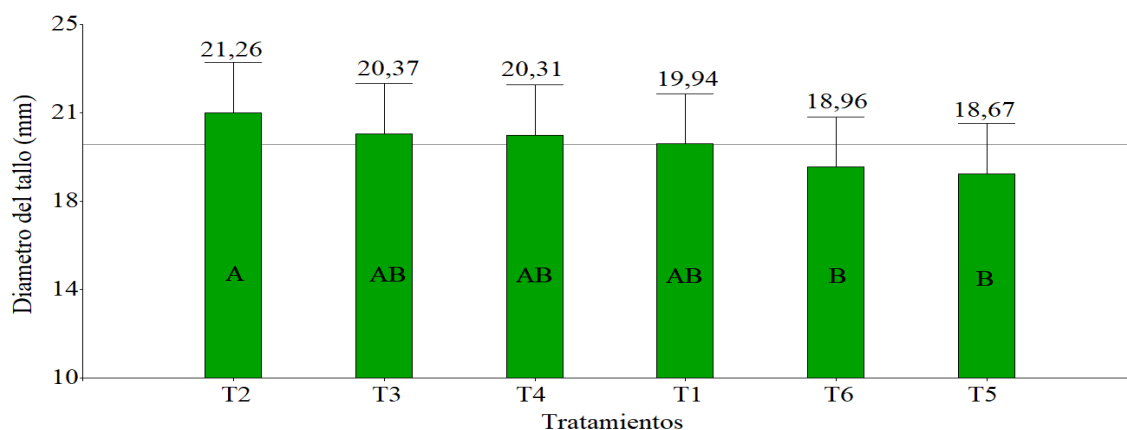


Ilustración 7-4: Diámetro. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=2,13; línea horizontal representa el promedio=19,92; EEM=0,46; R2 =0,60

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.1.8. Número de hojas por planta

Los datos obtenidos por el análisis de varianza mostraron que hubo efecto altamente significativo entre tratamientos, con coeficiente de variación de 3,25 % (Tabla 8-4).

Tabla 8-4: Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	11,86	8	1,48	11,14	<0,0001	
TRATAMIENTO	10,27	5	2,05	15,44	<0,0001	**
REPETICIÓN	1,59	3	0,53	3,98	0,0286	*
ERROR	1,99	15	0,13			
TOTAL	13,85	23				
CV%	3,25					

P-valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El número de hojas más alto se registró en el T4 (DEKALB-7088) con 12,53, mientras que el T5 (INIAP 543) presentó el menor promedio con 10,53, respectivamente (Ilustración 8-4). Estos valores son superiores a lo revelado por Izquierdo (2012, p. 79), quien obtiene una media de 11 hojas con la variedad de maíz (GUARANDA) y promedio inferior de 9 hojas con la variedad MISHKA.

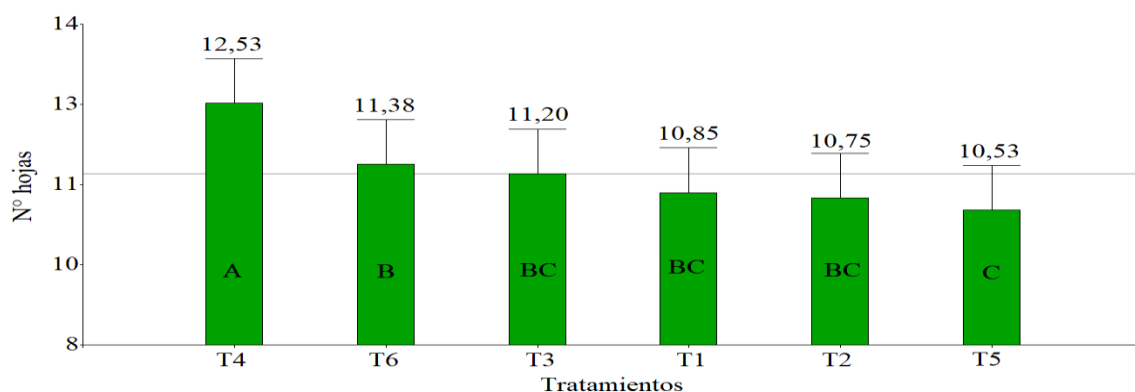


Ilustración 8-4: N° de hojas. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=0,84; línea horizontal representa el promedio=11,20; EEM=0,18; R2 =0,86

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.2. Variables fisiológicas

4.2.1. Índice de verdor

En el análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, con coeficiente de variación de 8,75% (Tabla 9-4).

Tabla 9-4: Análisis de varianza para la variable índice de verdor

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	229,37	8	28,67	1,65	0,1929	
TRATAMIENTO	185,97	5	37,19	2,14	0,1170	ns
REPETICIÓN	43,40	3	14,47	0,83	0,4975	ns
ERROR	261,20	15	17,41			
TOTAL	490,57	23				
CV%	8,75					

P-valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

Esta variable presentó diferencias numéricas, el mayor promedio lo reportó el T6 (COPA SV 3243) con 51,90 unidades SPAD y el menor promedio el T5 (INIAP 543) con 43,70 unidades SPAD, a los 80 dds (Ilustración 9-4). Estos valores son inferiores a lo reportado por Reyes et al. (2017, p. 115), donde se estudió un híbrido de maíz blanco P4082WHR y obtuvo un índice de verdor de 58,65 unidades SPAD a los 52 después de la emergencia. Con estos resultados se recalca que

los valores SPAD reportadas por ambos autores son superiores al valor crítico que es 35,3 unidades SPAD para el maíz.

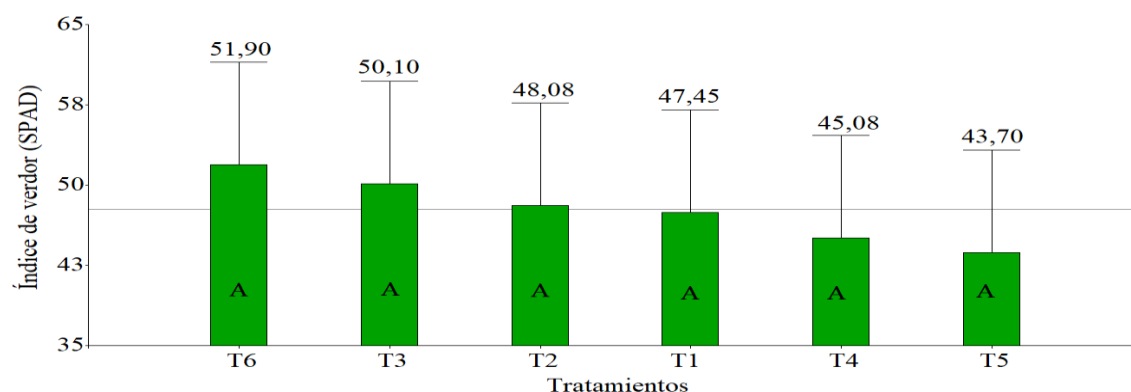


Ilustración 9-4: Índice de verdor. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=9,59; línea horizontal revela promedio=47,72; EEM=2,09; R2 =0,47

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.2.2. Índice de área foliar

El análisis de varianza para esta variable, presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos, con un coeficiente de variación de 5,16 % (Tabla 10-4).

Tabla 10-4: Análisis de varianza para la variable índice de área foliar

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
MODELO	11,85	8	1,48	5,01	0,0036	
TRATAMIENTO	9,34	5	1,87	6,32	0,0024	**
REPETICIÓN	2,51	3	0,84	2,82	0,0743	sn
ERROR	4,44	15	0,30			
TOTAL	16,28	23				
CV%	5,16					

P-valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El material genético que registró el mayor promedio fue el T3 (PROMISORIO) con 11,33, a diferencia del T1 (INIAP H-551) que obtuvo una media de 9,53 siendo el valor más bajo de Índice de Área Foliar (IAF) (Ilustración 10-4). Estos valores son similares a los promedios obtenidos por Amat (2019, p. 26), donde el material genético que obtuvo mayor IAF fue el promisorio con 16,23

a los 70 dds, mientras el INIAP H-551, a los 80 dds, presento un valor inferior de 10,30, respectivamente.

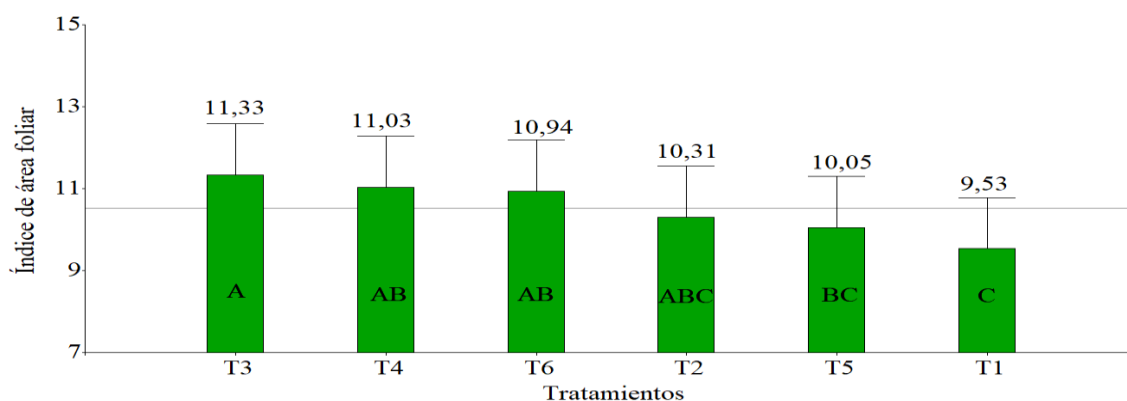


Ilustración 10-4: IAF. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=1,25; línea horizontal indica el promedio =10,53; EEM=0,27; R2 =0,73

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.3. Variables de producción

4.3.1. Producción de forraje verde

Para esta variable no se encontró diferencias estadísticas significativas entre materiales genéticos, con coeficiente de variación de 12,97% (Tabla 11-4).

Tabla 11-4: Análisis de varianza para la variable producción de forraje verde

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
Modelo	2215,99	8	277,00	2,71	0,0456	
TRATAMIENTO	985,57	5	197,11	1,93	0,1488	ns
REPETICIÓN	1230,42	3	410,14	4,02	0,0278	*
Error	1532,07	15	102,14			
Total	3748,06	23				
CV%	12,97					

P-valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El mejor material genético numéricamente fue el T6 (COPA SV 3243) que alcanzó el mayor promedio de forraje fresco con 87,05 t ha⁻¹, a diferencia del T3 (PROMISORIO), que presentó el menor rendimiento con 69,60 t ha⁻¹ (Ilustración 11-4). De acuerdo al estudio por Amat (2019, p.

24), el material que presento la mayor producción de forraje fue promisorio con 83,44 t ha⁻¹ y la menor producción el material INIAP H-551 con 57,81 t ha⁻¹ a los 80 dds.

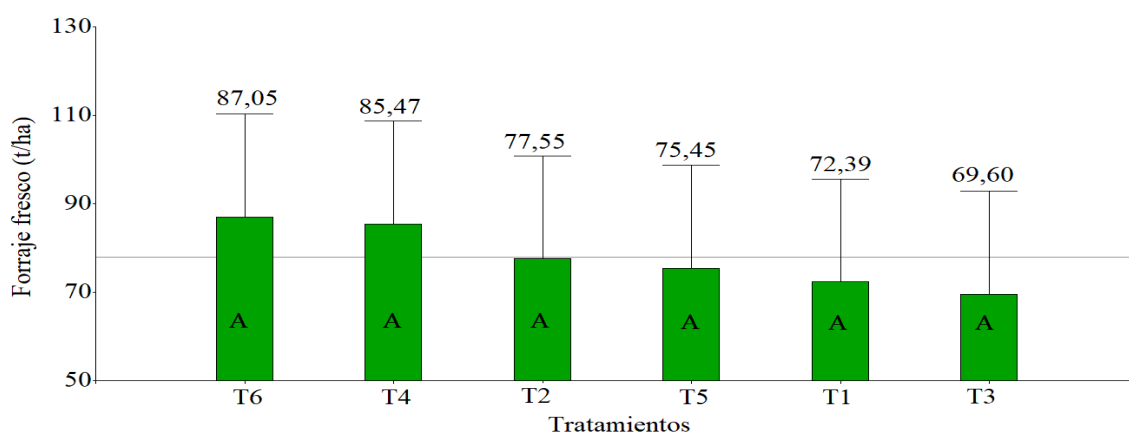


Ilustración 11-4: FV. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=23,22; línea horizontal indica el promedio=77,92; EEM=5,05; R2 =0,59

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

4.3.2. Producción de materia seca

El análisis de varianza para la variable materia seca no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación del 17,59% (Tabla 12-4).

Tabla 12-4: Análisis de varianza para la variable producción de MS

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG
Modelo	178,55	8	22,32	1,44	0,2585	
TRATAMIENTO	145,34	5	29,07	1,87	0,1587	ns
REPETICIÓN	33,21	3	11,07	0,71	0,5588	ns
Error	232,57	15	15,50			
Total	411,12	23				
CV%	17,59					

P-valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; < 0,05 y > 0,01 *: significativo; < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo.

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

El T6 (COPA SV 3243), numéricamente reportó un peso superior con 25,53 t ha⁻¹, a diferencia del T3 (PROMISORIO), el cual presentó un peso inferior de 18,15 t ha⁻¹, respectivamente (Ilustración 12-4).

Según lo reportado por Amat (2019, p. 28), el híbrido que presentó el promedio superior fue promisorio de maíz forrajero con 21,99 t ha⁻¹ a los 80 dds, mientras el híbrido INIAP 551, con 13,1 t ha⁻¹, mostro el promedio más bajo respecto a la MS.

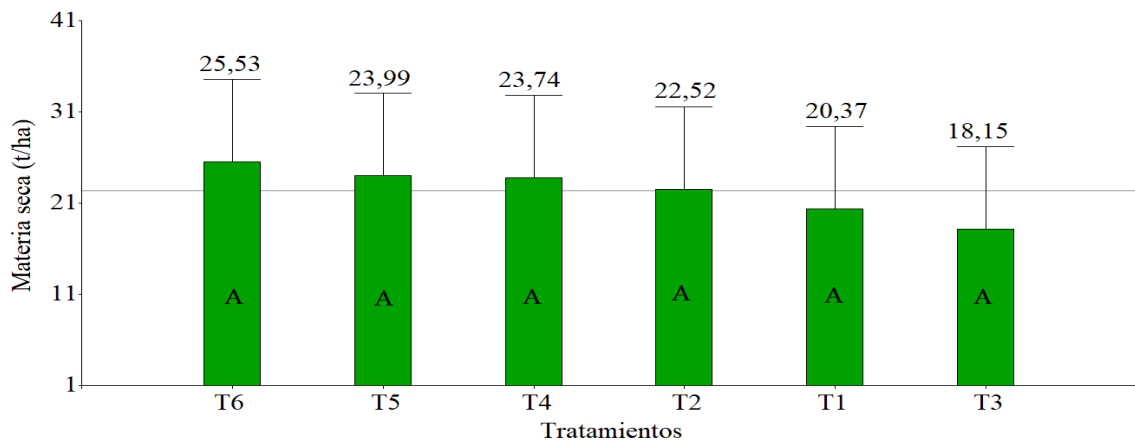


Ilustración 12-4: Materia seca. Líneas verticales \pm Desviación estándar de la media; \pm DMS=9,05; línea horizontal indica el promedio=22,38; EEM=1,97; R2 =0,43

Fuente: Infostat versión 2020.

Realizado por: Maza, Marlin, 2022.

En la (Tabla 13-4; Ilustración 13-4), se indica una sinopsis con las medias de los parámetros morfo-fisiológicos y de producción de los seis genotipos de maíz para fines forrajeros.

Tabla 13-4: Variables morfo-fisiológicas y de producción de los seis genotipos de maíz forrajero

VARIABLES	TRATAMIENTOS												E.E.	Prob.	Sig.
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6			
Días a floración femenina	56,25	ab	58	a	55,75	b	55	b	55,25	b	54,25	b	0,45	0,0006	**
Altura de la planta	2,44	ab	2,57	a	2,27	c	2,47	ab	2,59	a	2,36	bc	0,03	<0,0001	**
Longitud de hoja	1,01	ab	0,98	bc	1,05	a	0,95	bc	1,06	a	0,93	c	0,01	0,0001	**
Ancho de hoja	9,30	e	10,47	ab	10,27	bc	9,86	cd	9,58	de	10,93	a	0,12	<0,0001	**
Acame de raíz	9,67	a	9	a	1,83	b	5	ab	7,50	ab	8,50	a	1,40	0,0104	*
Acame de tallo	0,53	a	3,33	a	0,50	a	0,83	a	1,50	a	1,50	a	0,96	0,3515	ns
Diámetro del tallo	19,94	ab	21,26	a	20,37	ab	20,31	ab	18,67	b	18,96	b	0,46	0,0121	*
Número de hojas por planta	10,85	bc	10,75	bc	11,20	bc	12,53	a	10,53	c	11,38	b	0,18	<0,0001	**
Índice de verdor	47,45	a	48,08	a	50,10	a	45,08	a	43,70	a	51,90	a	2,09	0,117	ns
Índice de área foliar	9,53	c	10,31	abc	11,33	a	11,03	ab	10,05	bc	10,94	ab	0,27	0,0024	**
Producción de forraje verde	72,39	a	77,55	a	69,60	a	85,47	a	75,45	a	87,05	a	5,05	0,1488	ns
Producción de materia seca	20,37	a	22,52	a	18,15	a	23,74	a	23,99	a	25,53	a	1,97	0,1587	ns

T1 (INIAP H-551); T2 (INIAP H-554); T3 (PROMISORIO); T4 (DK-7088); T5 (INIAP 543); T6 (COPA SV 3243)

Prob. > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; Prob. < 0,05 y > 0,01 *: significativo; Prob. < 0,05 y < 0,01 **: altamente significativo

Medias con letras diferentes difieren significativamente de acuerdo a Tukey (P<0,05)

E.E. Error Estándar; Prob. Probabilidad de Fisher; Sig. Significancia.

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

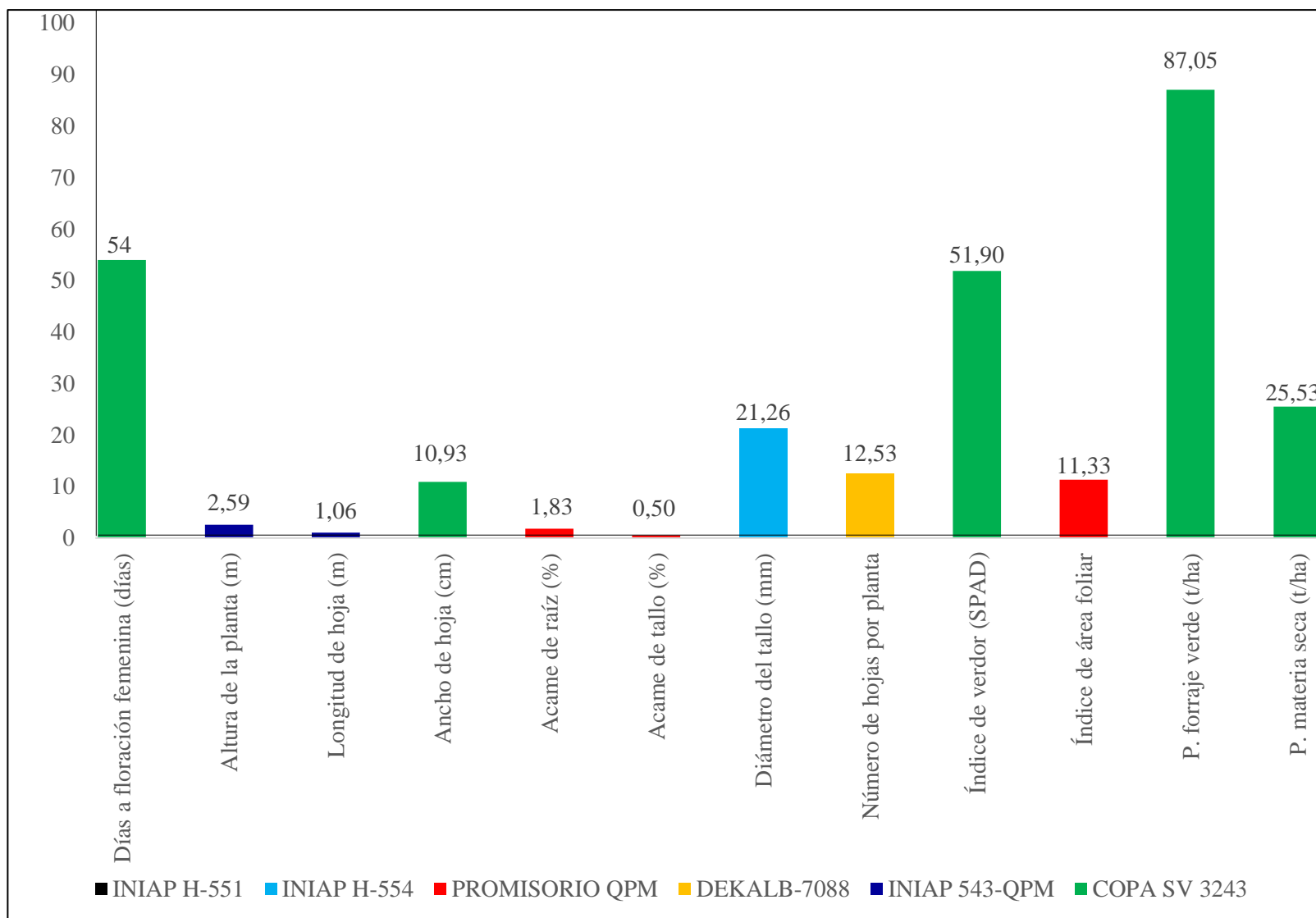


Ilustración 13-4: Variables morfo-fisiológicas de los seis materiales genéticos

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

En el cantón La Joya de los Sachas el híbrido COPA (SV 3243), presentó mayores resultados de beneficios netos con un valor de \$ 5145,67 invirtiendo \$3559,33 con \$ 1,45 de beneficio costo, lo que significa que, por cada dólar invertido, se obtiene de ganancia dicho valor, se detalla en la tabla 14-4; tabla 15-4 y tabla 16-4.

Tabla 14-4: Análisis económico de los seis genotipos de maíz forrajero

Tratamientos		Costos de producción									
Nº	Material genético	Rend. (t/ha)	Rend. Ajust. 10% (t/ha)	Rend. Saco 45 kg	Benef.brutos encampo (\$/ha)	Costos fijos (\$/ha)	Costos de semilla (\$/ha)	Costos de cosecha + ensilado (\$/ha)	Total Costo	Benef. netos (\$/ha)	B/C
1	INIAP 543 QPM	75,45	67,91	1509,00	7545,00	1913,58	105,00	1131,75	3150,33	4394,67	1,39
2	INIAP H-551	72,39	65,15	1447,80	7239,00	1913,58	66,00	1085,85	3065,43	4173,57	1,36
3	INIAP H-554	77,55	69,80	1551,00	7755,00	1913,58	150,00	1163,25	3226,83	4528,17	1,40
4	Promisorio QPM	69,6	62,64	1392,00	6960,00	1913,58	90,00	1044,00	3047,58	3912,42	1,28
5	DEKALB 7088	85,47	76,92	1709,40	8547,00	1913,58	360,00	1282,05	3555,63	4991,37	1,40
6	COPA (SV 3243)	87,05	78,35	1741,00	8705,00	1913,58	340,00	1305,75	3559,33	5145,67	1,45

Precio de venta por saco de 45 kg= \$ 5

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

Tabla 15-4: Costo de semillas

SEMILLAS	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PROMISORIO QPM	saco (15 kg)	2	\$45,00	\$90,00
INIAP H-551	saco (15 kg)	2	\$33,00	\$66,00
INIAP H-554	saco (15 kg)	2	\$75,00	\$150,00
INIAP 543 QPM	saco (15 kg)	2	\$52,50	\$105,00
DEKALB 7088	saco (15 kg)	2	\$180,00	\$360,00
COPA (SV 3243)	saco (15 kg)	2	\$170,00	\$340,00

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

Tabla 16-4: Análisis de costos

Actividades	Unidades	Frecuencia	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Labranza del suelo					
Preparación de suelo	Pases	-	1	\$60,00	\$60,00
Siembra					
Muestreo de suelo	Análisis Suelo	-	1	\$29,22	\$29,22
Thiodicarb (Semevin)	Frasco (200 mL)	-	3	\$11,50	\$34,50
Siembra manual	Jornales	-	2	\$15,00	\$30,00
Fertilización					
Nitrato de Amonio	Saco 50kg	-	5	\$58,00	\$290,00
Sulfato de Amonio	Saco 50 kg	-	3	\$40,00	\$120,00
Aplicación manual	Jornales	3 veces	2	\$45,00	\$90,00
Control de malezas pre emergente					
Atrazina	Funda 900 g	-	2	\$11,00	\$22,00
Pendimentalin	Litro	-	2	\$9,89	\$19,78
Clorpirifos	Litro	-	2	\$20,00	\$40,00
Aplicación manual	Jornal		1	\$15,00	\$15,00
Control de maleza post emergente					
Nicosulfuron	Frasco (50 g)	-	1	\$8,40	\$8,40
Aplicación de herbicidas	Jornal	-	1	\$15,00	\$15,00
Control de insectos					
Clorpirifos	Frasco (1L)	3 veces	4	\$20,00	\$80,00
Benzoato de emamectina	Sobre (150 g)	2 veces	2	\$27,00	\$54,00
Aplicación de insecticida	Jornal	4 días	1	\$15,00	\$60,00
Ensilado					
Fundas		-	1558	\$0,60	\$935,02
Combustible para trituradora		-	4,35	\$2,45	\$10,66
Sub total de costos					\$1.817,90
Imprevistos 5%					\$95,68
Total de costos					\$1.913,58

Realizado por: Maza, Marlín, 2022.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis de las variables morfológicas de los 6 materiales genéticos en estudio, el híbrido Copa SV-3243, a los 54 días emergió el 50% de floración femenina, siendo el genotipo más precoz, además registró un promedio superior respecto a la variable ancho de hoja, mientras la variedad de maíz INIAP 543-QPM reportó promedios superiores en altura de planta y longitud de hoja. Por otra parte, INIAP H-554 presentó la media más alta en diámetro de tallo, DEKALB 7088 mayor número de hojas y Promisorio maíz forrajero, que según el reporte resultó un híbrido resistente a los acames, presentando porcentajes inferiores en acame de raíz y tallo, respecto a los otros tratamientos.

El híbrido Copa SV-3243, a los 80 dds, alcanzó la media más alta en unidades SPAD, revelando un mayor contenido de clorofila, por ende, buena disponibilidad de Nitrógeno en las hojas y logrando una elevada producción de forraje fresco. Por otra parte, el promisorio forrajero, reportó la media más alta en IAF, entre todos los tratamientos.

El híbrido Copa SV-3243, obtuvo los mejores promedios de producción de forraje fresco y materia seca alcanzando $87,05 \text{ t ha}^{-1}$ y $25,53 \text{ t ha}^{-1}$ en su orden. Además, fue el material genético que presentó mayor rentabilidad con un valor de \$ 5 145,67 invirtiendo \$3 559,33 con \$ 1,45 de beneficio costo, lo que significa que, por cada dólar invertido, se obtiene de ganancia dicho valor.

RECOMENDACIONES

- Efectuar una segunda fase del mejor genotipo que mayor costo/beneficio presento en este estudio con diferentes densidades de siembra, niveles de fertilización e intervalos de corte.
- Realizar un análisis físico-químico para conocer el contenido y calidad nutricional del forraje.

BIBLIOGRAFÍA

ALADESANMI, O.; et al. “Bioaccumulation Factor of Selected Heavy Metals in *Zea mays*”. Journal of Health and Pollution [en línea], 2019, (Nigeria) 9(24), pp. 1-19. [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN: 2156-9614. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6905145/pdf/i2156-9614-9-24-191207.pdf>.

ALVARADO, I. Evaluación nutricional y económica de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) empleando grano comercial (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar 3, Escuela de Ciencias Agrarias. 2018, p. 5. [Consulta: 14 mayo 2022]. Disponible en: https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14958/TFG_Isaac_Moreno_Alvarado.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

AMAIQUEMA, L. Respuesta de un híbrido promisorio de maíz forrajero a las densidades de siembra y fertilización en la zona de Quevedo (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. 2019, pp. 14-37. [Consulta: 03 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6881>.

AMAT, G. Comportamiento agronómico de un híbrido promisorio de maíz forrajero (*Zea mays* L.), durante la época lluviosa en las zonas ganaderas del Ecuador (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Babahoyo-Ecuador. 2019, pp. 9-54. [Consulta: 02 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6791/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000210.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARANA, W. El maíz forrajero como suplemento alimenticio en el ganado bovino para el incremento de la producción lechera (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo-Ecuador. 2020, p. 5. [Consulta: 03 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8469/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000087.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ASANZA, C. Caracterización morfoagronómica y fisicoquímica de 15 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) con fines de fitomejoramiento (Trabajo titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica.

Machala-Ecuador. 2021, p. 20. [Consulta: 13 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16564/1/TTUACA-2021-IA-DE00030.pdf>.

ÁVALOS, M.; et al. “Bioinoculantes y abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero”. *Nova scientia* [en línea], 2018, (México) 10(20), pp. 170-189. [Consulta: 06 abril 2022]. ISSN: 2007-0705. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-07052018000100170&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

BORROEL, V.; et al. “Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera”. *Terra Latinoamericana* [en línea], 2018, (México) 36(4), pp. 423-429. [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN: 0187-5779. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n4/2395-8030-tl-36-04-423.pdf>.

CASTAÑEDA, F.; et al. “Etapas de corte, producción y calidad forrajera de híbridos de maíz de diferente ciclo biológico”. *Revista Fitotecnia Mexicana* [en línea], 2006, (México) 29(2), pp. 103-107. [Consulta: 22 junio 2022]. ISSN: 0187-7380. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009818.pdf>.

CEPEDA, G. “Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades”. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* [en línea], 2019, (Ecuador) 11(1), pp. 116-123. [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN: 2528-7788. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100/1415>.

CIMMYT. *Protocolos para mediciones de plantas en las plataformas de investigación* [en línea]. Texcoco-México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 2017, p. 3. [Consulta: 03 julio 2022]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/18900/58838.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

COBEÑA, C. Efecto de la mecanización y fertilización en la serie de suelos Pichilingue sobre el comportamiento agronómico de plantas de maíz híbrido INIAP H-554 (Proyecto de investigación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía. Quevedo-Ecuador. 2021, pp. 10-11. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6476/1/T-UTEQ-300.pdf>.

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. Ficha sectorial cultivo de maíz subgerencia de análisis de productos y servicios [en línea]. Quito-Ecuador: Corporación Financiera Nacional, 2021, p. 22. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Maiz.pdf>.

DAMIANY, J. Producción comercial de semillas híbridas del cultivo de maíz duro (*Zea mays*) (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo-Ecuador. 2022, p. 2 [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11364/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ESPAC. *Superficie, según producción y ventas de maíz duro seco (Grano seco)* [en línea]. Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2021. [Consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.

ESPINOZA, D. Producción intensiva de biomasa forrajera con base en el maíz híbrido INIAP H-551. Mocache, 2021 (Unidad de integración curricular) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Zootecnia. Quevedo-Ecuador. 2021, p. 45. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6521/1/T-UTEQ-121.pdf>.

ESPINOZA, F.; et al. “Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos”. *Zootecnia Tropical* [en línea], 2004, (Venezuela) 22(4), pp. 303-315. [Consulta: 08 mayo 2022]. ISSN: 0798-7269. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0798-72692004000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

FASSIO, A.; et al. *El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua* [en línea]. Montevideo-Uruguay: INIA Serie técnica, 2018, pp. 1-3. [Consulta: 03 abril 2022]. ISBN: 978-9974-38-390-6. Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/st-239-2018.pdf>.

GADMCJS. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial la Joya de los Sachas 2019-2023* [en línea]. Joya de los Sachas-Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Joya de los

Sachas, 2020, p. 121. [Consulta: 05 mayo 2022]. Disponible en: <https://mega.nz/file/blwDkAIC#eil1MNPjiEVdkW0F6tWh39-v-UeBLEj3yMDP4Q-G7hY>.

GADPO. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019* [en línea]. Francisco de Orellana-Orellana: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, 2019, pp. 194-195. [Consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1560002480001_PDYOT%202015-2019_ORELLANA_ACTUALIZADO_17-08-2015_12-40-32.pdf.

GARCÍA, E.; et al. “Sustentabilidad del sistema de producción de maíz en la localidad de Ventanas, Ecuador”. *Revista Ciencia e Investigación* [en línea], 2020, (Ecuador) 5(1), pp. 169-181. [Consulta: 22 mayo 2022]. ISSN: 2528-8083. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7712460>.

GODOY, R. Efecto de tres densidades de plantas en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) híbrido Dekalb 7088 y variedad marginal T28 en condiciones edafoclimáticas del Señor de los Milagros de Garbanzo, Santa María del Valle, Huánuco–2018 (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Huánuco-Perú. 2019, pp. 25-27. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5380/TAG00821G56.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GÓMEZ, N.; et al. “Expectativas de la cosecha de maíz 2019”. *El Productor* [en línea], 2019, (Ecuador) 29(1), pp. 6-28. [Consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: <https://elproductor.com/wp-content/uploads/2019/04/revista%20abril%20maiz.pdf>.

GONZÁLEZ, R.; & PEREZ, J. “Percepciones y caracterización de pastizales en los cantones Joya de los Sachas y Francisco de Orellana”. *European Scientific Journal ESJ* [en línea], 2018, (Ecuador) 14(24), pp. 298-316. [Consulta: 04 abril 2022]. ISSN: 1857-7881. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326792320_Percepciones_Y_Caracterizacion_De_Pastizales_En_Los_Cantones_Joya_De_Los_Sachas_Y_Francisco_Orellana.

GONZÁLEZ, R.; et al. “Caracterización Productiva de los Sistemas Ganaderos y el Manejo del Recurso Pastizal en el Cantón Joya de los Sachas”. *European Scientific Journal* [en línea], 2019, (Ecuador) 15(18), pp. 355-361. [Consulta: 04 abril 2022]. ISSN: 1857-7881. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/334151559>.

GUAMÁN, R.; et al. “Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos”. *Siembra* [en línea], 2020, (Ecuador) 7(2), pp. 47-56. [Consulta: 04 abril 2022]. ISSN: 2477-8850. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2556>.

GUERRA, P.; et al. *Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua* [en línea]. Chihuahua-México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2014, p. 26. [Consulta: 15 mayo 2022]. ISBN: 978-607-37-0276-8. Disponible en: <https://www.producechihuahua.org/paqs/PT-0012MaizForrajero.pdf>.

GUEVARA, R.; et al. “Efecto de la inclusión del forraje de maíz molido en la respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo”. *Revista de Producción Animal* [en línea], 2016, (Ecuador) 28(1), pp. 16-22. [Consulta: 08 mayo 2022]. ISSN: 2224-7920. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v28n1/rpa03116.pdf>.

HERNÁNDEZ, V. Visitantes florales y sistemas de reproducción de plantas arvenses del maíz (*Zea mays* L.) en el municipio de Texcoco, Estado de México (Tesis) (Maestría) [En línea]. Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo, Postgrado de Botánica. Texcoco-México. 2018, p. 9. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/3035/1/Hernandez_Villa_V_MC_Botanica_2018.pdf.

HIDALGO, E.; et al. “Evaluación de la calidad nutricional de los ensilajes en bolsa de los híbridos de maíz Somma y Trueno aplicando dos aditivos en la zona de Colimes”. *Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación* [en línea], 2018, (Ecuador) 2(15), pp. 137-153. [Consulta: 09 abril 2022]. ISSN: 2550-6862. Disponible en: <https://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/222/169>.

HOYOS, G.; & OCAMPO, J. *Producción y consumo del maíz en Colombia, descripción de la cadena y propuesta de estrategias para un mejor desempeño de la misma* [en línea]. Antioquia-Colombia: Fondo Editorial Biogénesis, 2018, pp. 95-112. [Consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/download/336225/20791754/>.

ICBF. *Tabla de Composición de Alimentos Colombianos* [en línea]. Bogotá D.C.-Colombia: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2018, p. 42. [Consulta: 22 mayo 2022]. ISBN: 978-958-623-199-2. Disponible en: https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf.

IGLESIAS, S.; et al. “El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2018, (Ecuador) 9(1), pp. 25-32. [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN: 2077-9917. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n1/a03v9n1.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. *Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* [en línea]. Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2021, p. 10. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf.

INTAGRI S.C. *El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz* [en línea]. México D.C.-México: Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura, 2016. [Consulta: 03 julio 2022]. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>.

IZQUIERDO, R. Evaluación del cultivo del maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento: Cayambe-Ecuador (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Quito-Ecuador. 2012, p. 79. [Consulta: 04 septiembre 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1832/15/UPS-YT00102.pdf>.

JIMÉNEZ, A.; et al. Conservación de forrajes para mejorar la productividad del ganado [en línea]. Puebla-México: Universidad Autónoma Chapingo, 2008, pp. 94. [Consulta: 08 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.jimenezmerino.com.mx/libros/CONSERVACIONDEFORRAJES.pdf>.

LIMONGI, R.; et al. *Variedad INIAP 543-QPM con la calidad de proteína para el consumo en choclo en el litoral ecuatoriano* [en línea]. Portoviejo-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2019, p. 2. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5463/1/543-QPM%20Nutrichoclo..pdf>.

LÓPEZ, O.; et al. “Evaluación del valor nutricional de los forrajes en un sistema silvopastoril”. *Pastos y Forrajes* [en línea], 2019, (Cuba) 42(1), pp. 57-67. [Consulta: 20 junio 2022]. ISSN: 2078-8452. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n1/2078-8452-pyf-42-01-57.pdf>.

MANCILLA, A. “Aparición y evolución de la fotosíntesis C4”. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente [en línea], 2017, (México) 14(1), pp. 45-50. [Consulta: 13 mayo 2022]. ISSN: 2007-4018. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rscfca/v14n1/v14n1a8.pdf>.

MOLINA, C. Evaluación del potencial forrajero de ocho genotipos de maíz (*Zea mays* L.) bajo dos densidades de siembra en la estación experimental tropical Pichilingue (Proyecto de investigación) (Maestría) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Postgrado y Educación Continua. Riobamba-Ecuador. 2016, p. 52. [Consulta: 28 julio 2022]. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4759/1/20T00721.pdf>.

MONTENEGRO, L. *Alternativas de alimentación de rumiantes en el trópico ecuatoriano* [en línea]. Guayaquil-Ecuador: Editorial Grupo Compás, 2021, p. 11. [Consulta: 04 abril 2022]. ISBN: 978-9942-33-396-4. Disponible en: <https://www.uteq.edu.ec/doc/investigacion/libros/58.pdf>.

MOREIRA, H.; & RIVAS, K. Respuesta fisiológica del cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo estrategias de riego deficitario (Informe de trabajo de integración curricular) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Escuela de Ingeniería Agrícola. Calceta-Ecuador. 2022, pp. 14. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: https://repositorio.esPAM.edu.ec/bitstream/42000/1705/1/TIC_A01D.pdf.

MOROCHO, G. Evaluación del potencial forrajero y composición nutricional del pasto híbrido cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) a tres edades de corte (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2020, p. 27. [Consulta: 03 julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5550/1/Tesis-Gina-Morocho.pdf>.

NGOUNE, L.; & MUTENGWA, C. “Estimation of Maize (*Zea mays* L.) Yield Per Harvest Area: Appropriate Methods”. Agronomy [en línea], 2020, (Sudáfrica) 10(1), pp. 1-18 [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN: 2073-4395. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/1/29/pdf?version=1577159563>.

ORDOÑEZ, E. Efecto de la producción y calidad forrajera de ensilaje en maíz (*Zea mays* L.), sometido a dos edades de corte y cinco periodos de conservación (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de las Fuerzas Armadas del Ecuador, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo. Santo Domingo de los

Tsáchilas-Ecuador. 2015, p. 47. [Consulta: 15 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10222/1/T-ESPE-002772.pdf>.

ORIGEL, I. Saberes, semillas y sabores. Memoria biocultural en el Valle de Toluca (Trabajo fin de master) (Maestría) [en línea]. Universidad Internacional de Andalucía. Andalucía-España. 2020, pp. 2-87. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/5895/1111_Origel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PANCHANA, E. Proyección de un sistema de tratamiento biológico de efluentes derivados de una granja porcina como una alternativa viable para el mejoramiento del purín con fines agronómicos en la comuna Zapotal provincia de Santa Elena (Trabajo de integración curricular) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agropecuaria. La Libertad-Ecuador. 2021, pp. 26-65. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6426/1/UPSE-TIA-2021-0114.pdf>.

PILLASAGUA, J. Valor nutritivo de la harina de maíz forrajero (*Zea mays* L.) hidropónico, en diferentes días de cosecha (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa-Ecuador. 2022, pp. 1-38. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3666/1/PILLASAGUA%20TESIS%20%281%29.pdf>.

PORTILLO, P.; et al. “Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia”. Pastos y Forrajes [en línea], (Colombia) 42(2), pp. 93-103. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN: 2078-8452. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

REÁTEGUI, J.; & ESPINOZA, H. “Efectos de los biofermentos foliares en el rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) variedad chuska, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna Alta”. Revista de Ingeniería e Innovación [en línea], 2021, (Perú) 2(1), pp. 32-38. [Consulta: 06 abril 2022]. ISSN: 2709-4669. Disponible en: <https://rii.revistadeingenieriaeinnovacion-fiis-unheval.com/ojs/index.php/rii/article/view/34/30>.

REYES, M.; et al. “Mediciones de índices de verdor relacionadas con área foliar y productividad de híbrido de maíz”. *Cultivos tropicales* [en línea], 2017, (Colombia) 38(3), pp. 112-116. [Consulta: 03 julio 2022]. ISSN: 1819-4087. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n3/ctr16317.pdf>.

ROMERO, L.; et al. Importancia del maíz en la alimentación del ganado doble propósito en el sur del estado de México (Tesis) (Licenciatura) [En línea]. Universidad Autónoma del Estado de México, Licenciatura en Contaduría. Temascaltepec de González-México. 2019, p. 33. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105437/Romero-Antolino%20Luis%20y%20Tania-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

RON, I. Determinación del ciclo de cultivo del maíz (*Zea mays*) Var. blanco harinoso tipo chazo (Proyecto de investigación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. Ambato-Ecuador. 2021, pp. 1-61 [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34301/1/Tesis-298%20Ingenier%20c3%20ada%20Agron%20c3%20mica%20-20Ron%20Pe%20c3%20b1afiel%20Irina%20Xiomara.pdf>.

SALTOS, E. Manejo agronómico de tres híbridos y cuatro distancias de siembra en el cultivo de maíz *Zea mays* L. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [En línea]. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. Guayaquil-Ecuador. 2018, p. 11. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29005/1/Saltos%20Baja%20c3%20b1a%20Edison%20Gabriel.pdf>.

SIGCHA, G. Evaluación del rendimiento de cuatro híbridos de maíz duro a tres distancias de siembra (*Zea mays* L.) en el cantón Loreto, provincia de Orellana. 2016 (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. 2016, p. 33. [Consulta: 15 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/6580/1/13T0841.pdf>.

TUMBACO, T. Rendimiento de materia verde de dos híbridos de maíz para ensilaje en la comuna Dos Mangas (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. 2019, pp. 6-30.

[Consulta: 03 mayo 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4956/1/UPSE-TIA-2019-0011.pdf>.

VALENZUELA, J.; et al. “Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la Parroquia Malchingui”. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* [en línea], 2019, (Ecuador) 11(1), pp. 40-49. [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN: 2528-7788. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1091/1405>.

ZAMBRANO, C.; et al. “Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador”. *Revista Universidad y Sociedad* [en línea], 2021a, (Ecuador) 13(4), pp. 143-150. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN: 2218-3620. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400143&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

ZAMBRANO, J.; et al. *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana* [En línea]. Quito-Ecuador: Programa Coreano en Agricultura Internacional, 2021b, p. 103. [Consulta: 22 mayo 2022]. ISBN: 978-9942-40-645-3. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5796/1/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN LABORATORIO DE SUELOS Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker, Orellana - Ecuador www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000	
---	---	---

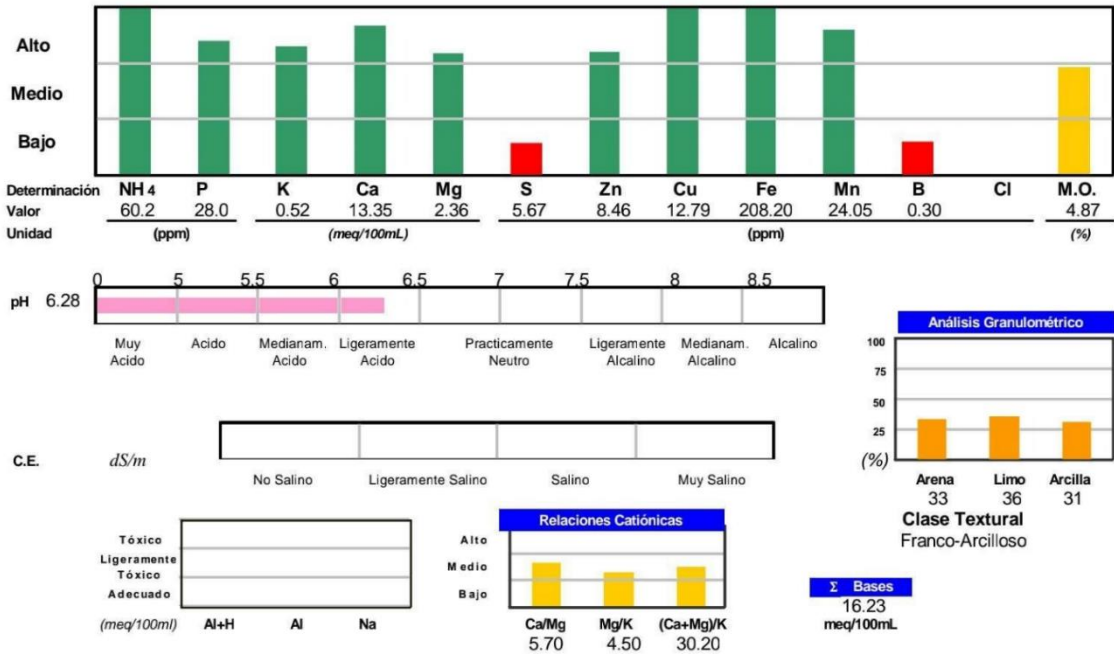
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : FIASA GANADERIA	Teléfono : 0993492275		
Dirección : VIA SAN CARLOS LA PARKER	Fax : N/E		
Ciudad : LA JOYA DE LOS SACHAS	e-mail : carlos.congo@iniap.gob.ec		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre : GRANJA SAN CARLOS	Parroquia : SAN CARLOS		
Provincia : ORELLANA	Ubicación : GRANJA SAN CALOS -INIAP-EECA		
Cantón : LA JOYA DE LOS SACHAS			

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 19256	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 22S556	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 11/05/2022	
Cultivo Actual : MAIZ	Fecha Muestreo : 23/03/2022	Fecha Emisión : 13/05/2022	
Coordenadas : Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso : 20/04/2022	Fecha Impresión : 13/05/2022	

INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1: 2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E: Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos							
NH ₄	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

ANEXO B: TRAZADO Y GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO



ANEXO C: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO



ANEXO D: PREPARACIÓN DEL SUELO



ANEXO E: DESINFECCIÓN DE SEMILLAS Y ESPEQUEO



ANEXO F: SIEMBRA DE SEMILLAS



ANEXO G: CONTROL QUÍMICO PRE EMERGENTE DE MALEZAS E INSECTOS PLAGA



ANEXO H: COLOCACIÓN DE ETIQUETAS Y FERTILIZACIÓN



ANEXO I: CONTROL QUÍMICO POST EMERGENTE DE MALEZAS



ANEXO J: CONTROL QUÍMICO DE INSECTOS PLAGA



ANEXO K: EVALUACIÓN: DÍAS A FLORACIÓN FEMENINA



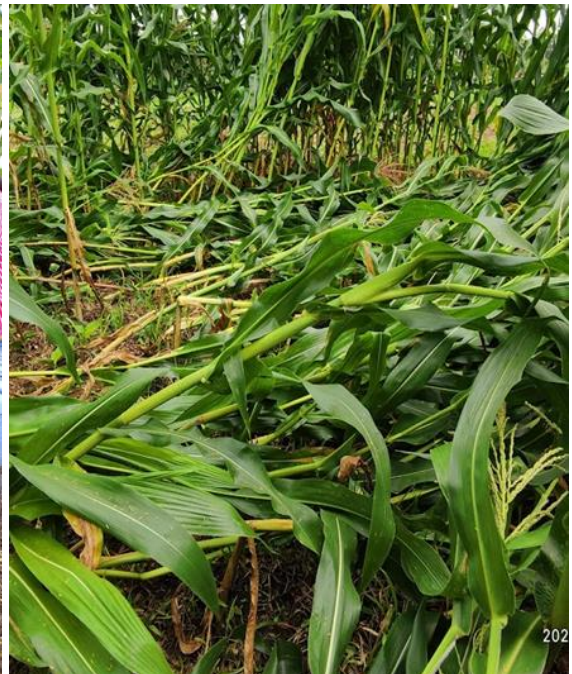
ANEXO L: EVALUACIÓN: ALTURA DE PLANTA Y LONGITUD DE HOJA



ANEXO M: EVALUACIÓN: ANCHO DE HOJA Y NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA



ANEXO N: EVALUACIÓN: DIÁMETRO Y ACAME DE RAÍZ Y TALLO



ANEXO O: EVALUACIÓN: ÍNDICE DE VERDOR Y IAF



ANEXO P: COSECHA DE FORRAJE VERDE



ANEXO Q: PESO Y TRITURACIÓN DE FORRAJE VERDE



ANEXO R: SECADO Y PESO DE MATERIA SECA





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 01 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Marlin Isabel Maza López
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.

Leonardo Medina
07-02-2023



2418-DBRA-UTP-2022