

# **INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays L*) se cree que es originario de dos lugares que son: los valles altos del Perú, Ecuador y Bolivia y el sur de México y América Central. Este cultivo se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas que bajo condiciones climáticas de la humedad o mediante el aporte de riego es el más productivo de los cereales, razón por la cual es cultivado en casi todo el mundo y ocupa actualmente la tercera posición entre los cereales más cultivados, después del trigo (*Triticum vulgare*) y el arroz (*Oryza sativa*), siendo la producción mundial de maíz en los últimos años en el orden de los 360.000.000 de Tn, correspondiéndole a EE.UU el 50% de este total (INIAF, 2015).

Del total de la producción mundial mencionada, el 70% o más se produce para el consumo animal en forraje (pienso, heno, silo). El saldo de la producción mundial se produce para el consumo humano, que puede ser consumido en grano (madurez fisiológica), como en choclo, esta última en menor cantidad, este cereal es consumido principalmente por los pueblos indígenas de México, América Central y América del Sur

El maíz se constituye en uno de los principales cultivos de Bolivia y en una fuente de alimentación básica para las poblaciones ubicadas en las zonas de valles y trópico. Además, el cultivo se constituye en la principal fuente de energía para la producción animal, especialmente la producción de aves, ganado porcino y ganado bovino. Esto hace que se considere al maíz como materia prima para el desarrollo pecuario del país, y que su valor estratégico como cultivo no solamente se vea reflejado en su consumo directo o venta directa, sino principalmente en el desarrollo de las actividades pecuarias (MDRyT, 2011).

El maíz constituye el segundo lugar más importante después de la soya, se cultivan más de 400 has logrando un rendimiento promedio de tres toneladas por hectárea. El maíz, es la especie adecuada para producir forraje destinado a conservación como ensilaje en zonas templadas y cálidas. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2900 msnm. Por

las condiciones de clima y suelo que poseen los valles de Bolivia, el maíz forrajero ha adquirido una enorme importancia en los últimos tiempos por su alto rendimiento, buena palatabilidad apetencia y la facilidad de conservación como ensilaje.

## **2. PROBLEMA**

Los productores locales desconocen las variedades de maíz existentes para la producción y conservación de forraje, ya que no cuentan con la información sobre las características fenotípicas de las variedades destinadas a la producción de forrajes.

El rendimiento en la producción de forraje para ensilado es bajo y de poca calidad debido fundamentalmente a la poca información existente sobre el comportamiento agronómico de diferentes variedades de maíz y el destino para lo cual fueron creadas, lo que dificulta la toma de decisiones informadas por parte de los agricultores locales sobre el tipo y variedades a cultivar para la producción de forrajes.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

El estudio permitirá identificar las variedades de maíz forrajero más adaptadas a las condiciones agroecológicas del Valle Central de Tarija, optimizando así la producción forrajera y contribuyendo al desarrollo del sector ganadero en la región.

En ese sentido los ganaderos del valle central de Tarija requieren fortalecer sus conocimientos técnicos sobre la producción del maíz forrajero y del estado de mazorca adecuado para el ensilaje, de esta manera incrementar los bajos rendimientos de materia verde e implementar la conservación de forraje para mantener y mejorar la composición nutricional del forraje.

Con el presente trabajo de investigación se logrará evaluar la producción de seis variedades de maíz para forraje y determinar la variedad que tenga mayor rendimiento en materia verde en condiciones de clima y suelos que tiene cada comunidad.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento agronómico de seis variedades de maíz forrajero (*Zea mays L.*) en cinco localidades del Valle Central de Tarija.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Estudiar la interacción genotipo ambiente de la variable rendimiento de las Seis Variedades de Maíz Forrajero evaluadas y las Cinco Localidades del Valle Central de Tarija
- Comparar el rendimiento en biomasa de las seis variedades de maíz forrajero en cada localidad.
- Evaluar la calidad nutritiva del forraje producido por cada variedad en las diferentes localidades.
- Analizar costo beneficio de las variedades de maíz forrajero en las localidades estudiadas.

## **5. HIPOTESIS**

Al menos una variedad de Maíz tiene el mejor rendimiento en materia verde y Ensilaje en condiciones de clima y suelos en el Valle central de Tarija

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEORICO**

## CAPITULO I

### MARCO TEORICO

#### 1. ORIGEN

El origen del maíz ha sido causa de discusión desde hace mucho tiempo. Numerosas investigaciones revelan que esta gramínea tiene su origen en México hace unos 7.000 años, como el resultado de la mutación de una gramínea silvestre llamada Teosinte. Y seguramente antiguos mexicanos se interesaron en reproducir esta planta y por selección, produjeron algunas variedades mutantes (Grupo Semillas, 2012).

Hoy en día el maíz se utiliza como fuente fundamental en la nutrición tanto de seres humanos como animales. Es además una materia prima indispensable en la fabricación de productos alimenticios, farmacéuticos y de uso industrial. Los granos, las hojas las flores, los tallos, todo es aprovechado para la fabricación de multitud de productos: almidón, aceite comestible, bebidas alcohólicas, edulcorante alimenticio, pegamentos, forraje, levaduras, jabones, antibióticos, caramelos, plásticos e incluso, desde hace poco, se emplea como combustible. (Quishpe,2010)

#### 1.2. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

El maíz es un cultivo que necesita suelos estructurados, fértiles y profundos que permitan el desarrollo de las raíces, que eviten los encharcamientos siendo al mismo tiempo capaces de almacenar agua, y que permitan un aprovechamiento óptimo de los nutrientes. En muchos manuales de agricultura se insiste en la necesidad de numerosas labores preparatorias para el cultivo del maíz, pero en la actualidad, el desarrollo de la Agricultura de Conservación, y más concretamente de la Siembra Directa, ha demostrado que, en un suelo con las características descritas anteriormente, el maíz puede tener un perfecto desarrollo vegetativo y alcanzar su máxima producción prescindiendo de las labores. (Ortas, 2008).

#### 1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

- **Reino:** Vegetal.
- **Phylum:** Telemophytae

- **División:** Tracheophytae
- **Subdivisión:** Anthoohyta
- **Clase:** Angiospermae.
- **Subclase:** Monocotiledoneae
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Sub. Familia:** Panicoideae
- **Tribu:** Maydeae
- **Nombre científico:** Zea mays L.
- **Nombre común:** Maíz  
(Herbario Universitario 2024)

#### **1.4. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO**

El conocimiento de la morfología y fisiología del maíz permite explicar que es necesario suministrar practicas agronómicas eficientes con la finalidad de lograr una expresión satisfactoria del potencial productivo del material en experimentación. El maíz es una planta C4, es decir, utiliza la vía C4 para fijar carbono durante la fotosíntesis. (Cirilo, 2013).

#### **1.5. MORFOLOGIA DEL CULTIVO DEL MAÍZ**

##### **1.5.1. PLANTA.**

El maíz es una gramínea anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones del clima y suelo. Se constituye después del arroz y el trigo, en el cultivo más importante del mundo en la alimentación humana y animal. (Monar y Agualongo, 2003)

##### **1.5.2. RAÍZ.**

El sistema radicular es fasciculado, constituido por raíces principales, raíces secundarias y terciarias o adventicias que terminan en los pelos absorbentes, encargados de la alimentación de la planta, además estas últimas sirven como anclaje para darle mayor soporte a la planta. (Guevara, E. F.2010.).

### **1.5.3. TALLO.**

El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formando por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menos grueso en los entrenudos. El número de nudos es variable en las diferentes variedades, en cada entrenudo hay una depresión como canalito que se extiende a lo largo del entrenudo, 18 cada nudo es el punto de inserción de una hoja. (Monar, A. y Agualong, M. 2003)

### **1.5.4. HOJAS.**

Las hojas están constituidas de vaina, cuello y lamina, la vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base que sale de la parte superior del nudo, el sello es la parte de transición entre la vaina y la lámina, la lámina es una banda delgada que puede medir hasta 1.5m. de largo por 10 cm. de ancho y termina en un ápice muy agudo, el nervio central de las hojas está desarrollada en su envés. (Guevara, E. F.2010.).

### **1.5.5. FLOR.**

Es una planta monoica, es decir, con flor masculina y femenina que están en la misma planta, pero separadas, las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas, las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga suele llamarse mazorca y presenta, en su extremidad superior, largos brácteas. A esta espiga suele llamarse mazorca y presenta en su extremidad superior, largos estilos en forma de pincel que reciben el nombre de barbas o sedas. (Monar, A. y Agualong, M. 2003)

### **1.5.6. FRUTO.**

La mazorca o fruto, está formada por una parte central llamada zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representa del 15% al 30% del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas puede suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o de otras plantas, el fruto y la semilla forma un solo cuerpo que tiene la

forma de una cariósida brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos y dentro del fruto que es el ovario maduro se encuentran las semillas (óvulos fecundados y maduros), la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o German y pesa aproximadamente 0.3 gramos. (Monar, A. y Agualong, M. 2003)

## **1.6. CICLO VEGETATIVO DEL MAÍZ**

El maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, encontrando algunas tan precoces con alrededor de 80 días, hasta las tardías con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha; las variedades de mayor rendimiento son de 100 a 140 días, menos de 100 días se obtiene poca producción de grano, más de 140 días no son convenientes por ocupar demasiado tiempo el terreno de cultivo; es más eficaz el uso de variedades mejoradas o de híbridos con 100 a 140 días de ciclo vegetativo. (AbcAgro 6 de diciembre 2024).

El ciclo vegetativo comprende las siguientes fases:

**Nacencia:** comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.

**Crecimiento:** una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nacencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.

**Floración:** a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. (AbcAgro 6 de diciembre 2024).

Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

**Fructificación:** con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia el fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño.

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

**Maduración y secado:** hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad. (AbcAgro 6 de diciembre 2024)

A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc., que las características varietales. (AbcAgro de diciembre 2024)

### **1.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES (ALGARROBAL 102) Y (ALGARROBAL 108)**

Esta variedad de maíz que más se cultiva en los valles cálidos (secos o húmedos), especialmente es el que tiene los sistemas de producción en chaqueo, entre estos podemos desatacar; Algarrobal 102, este tipo de maíz es usado tanto en la alimentación humana, como en la alimentación animal, ya sea como grano o molido en los alimentos balanceados o suplementarios. En este tipo de maíz el endospermo blanco harinoso se localiza en la corona del grano, y el endospermo amarillo duro, alrededor del embrión y en el resto del grano. Durante la madurez, el endospermo blando de la corona sufre una mayor deshidratación que el endospermo corneo lateral, formándose una depresión o diente en la corona del grano, parecida a la de un alvéolo dental equino.

Este tipo de maíz es usado casi especialmente como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados o suplementarios. Los híbridos introducidos con el fin de la producción industrial de alimentos balanceados son maíces duros,

también el Algarrobal 108 que fue generado para este fin. Los granos de este tipo, llamados también córneos o cristalinos, se caracterizan por que contienen en su interior una porción pequeña del endospermo blanco suave harinoso, en tanto que los lados se encuentran llenos de almidón corneo, por medio del cual el grano adquiere una cierta dureza y protección, mostrando a la madurez una superficie lisa y brillante sin arrugas.

### 1.7.1. Rendimientos de las variedades

Tipos de variedades e Historial del Mejoramiento en Maíz para el Chaco Boliviano

Origen o Entidad	Variedades	Rendimiento
Nativas	(F. PROINPA)	30 qq/Ha
SAI (1950)	Cubano amarillo	50 qq/Ha
	Swan	
IBTA (1995)	Algarrobal 101	60 qq/Ha
	Algarrobal 102	
	Algarrobal 107	
	Algarrobal 108	
Comercio (1995)	Híbridos comerciales	150 qq/Ha
EEIBO (1995)	IBO 128	80 qq /Ha
CIAT (2005) FDTA	Chiriguano 36	100 qq/Ha
CHACO	Guarany	
	Híbridos	
	QPMs	
EEIBO (2005)	IBO 2836	
F. PROINPA FDTA	Tahiguaty	95 qq/Ha
CHACO "2005 PROMYM	Blando amarillo (Abatí michí)	
- 2010	Conquistador (híbrido)	120 qq/Ha
	Perla blanco (mejorado)	
	pipoca	

Fuente: tomado de "La innovación Agrícola en el chaco boliviano (GTZPROAGRO-INIAF Chaco, 2010)

El cuadro anterior reseña el uso de variedades maíz en el Chaco boliviano, el mismo que fue elaborado para el diagnóstico titulado LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN EL CHACO BOLIVIANO. Como se puede apreciar, existe en la región un trabajo importante en cuanto a la generación de nuevas variedades y mejoramiento de variedades nativas

### **1.7.2 Clasificación Convencional de Variedades Cultivadas**

A efectos de una mejor comprensión de los resultados obtenidos en el presente estudio, se presenta una clasificación convencional de las variedades sembradas en el municipio de Yacuiba, acorde también a la reseña de su generación u introducción presentada en el cuadro

### **1.7.3. Variedades Nativas**

En el chaco boliviano se han realizado prospecciones para estudiar el germoplasma nativo de maíz, de donde se tiene que existen 80 accesiones. Este material proviene de aquellos maíces que cultivaron los ancestrales guaraníes en el Chaco y de posteriores introducciones y selecciones que realizaron la población campesina en la zona. Este recurso genético, es muy importante puesto que lo utiliza la población indígena y campesina para su sustento. También se utiliza para comidas de consumo popular, que forman parte de la identidad cultural de la región chaqueña como lo son las rosquillas, tamales, tujuré o somó entre otras muchas. Las principales variedades que han sido nombradas en este estudio son: Blando amarillo, Perla, Overo, Culli, Colorado, etc. Es necesario aclarar también, que, en los últimos años, algunas de estas variedades nativas, fueron seleccionadas y mejoradas para obtener semilla más uniforme y con mayores rendimientos como el Perla y Blando amarillo.

### **1.7.4. Variedades Mejoradas de Polinización**

Libre Las primeras variedades mejoradas de polinización libre que fueron introducidas a la zona fueron el cubano y el Swan, que aún se conservan en la preferencia de algunos productores. Posteriormente, en la década del 90, a cargo del ex IBTA, fueron lanzadas una serie de variedades con distintos fines como lo son los denominados como IBTA Algarrobal. Por aquella época también, la Estación Experimental Iboperenda en el Chaco Chuquisaqueño, ha lanzado la

variedad IBO 128 y posteriormente otra conocida como IBO 2836. Por su parte el Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT) de Santa Cruz de la Sierra, ha generado variedades mejoradas para las condiciones de sequía en el Chaco. La última variedad lanzada de este tipo, fue Tahiguaty con un buen potencial productivo. Lo importante en estas variedades es que los agricultores la pueden cultivar por varios años, incluso décadas, realizando selecciones a la semilla. La desventaja relativa, es que sus niveles de rendimiento han sido superados por los híbridos.

#### **1.7.5. Variedades Híbridas**

Las variedades híbridas constituyen un producto tecnológico que las entidades públicas y sin fines de lucro, no han podido producir de manera competitiva para los pequeños productores. Estas variedades son producidas y comercializadas por empresas transnacionales e importadas a nuestro país.

En el año 2007, se importaron 2.131 TM de semilla de variedades híbridas de Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú, países en donde las transnacionales tienen subsidiarias que multiplican estas semillas. En la ORS de Santa Cruz de la Sierra, departamento de Bolivia en el cual se centra la comercialización de híbridos de maíz y otros cultivos industriales, se han registrado legalmente para su cultivo la cantidad de 88 variedades. Evidentemente, la mayor ventaja de estas variedades es su alto potencial productivo que puede llegar a 200 qq/ha según algunas referencias. Por las características de la planta es adecuada para la mecanización y la calidad del grano, también es óptima para la industria de los alimentos balanceados. La desventaja, especialmente para los pequeños productores de maíz, es su costo, puesto que para una hectárea se requiere una inversión de algo más de 100 \$ ya que muchos productores no disponen al momento de la siembra. La otra, desventaja, es que esta semilla solo sirve para un ciclo agrícola y requiere un renuevo anual, en lo cual radica también el éxito comercial de estas semillas. (Casson, 2011)

## **1.8. CULTIVO DE FORRAJE**

### **1.8.1. SIEMBRA DE FORRAJES PARA GANADO BOVINO EN EL VALLE CENTRAL DE TARIJA**

Las pasturas cultivadas siempre han sido y serán una buena fuente de alimentos para los vacunos, un buen manejo de la pastura, proporcionara a los animales un forraje de calidad, a continuación, describiremos las actividades a realizar antes, durante y después de la siembra. (INIAF 2023).

### **1.8.2. ACTIVIDADES ANTES DE LA SIEMBRA**

#### **1. Selección del lugar**

El lugar donde implementaremos la parcela deberá tener pendientes menores al 60%

Para cultivos a secano es necesario buscar terrenos con pendientes mínimas de manera que se pueda captar el agua de las lluvias, desarrollada en los meses de noviembre a mediados de abril del año agrícola

Para cultivos de invierno es necesario buscar terrenos que cuenten con riego ya sea por inundación o tecnificado

#### **2. Preparación del suelo**

La preparación de suelos es el proceso de acondicionamiento del terreno para la siembra de forraje, que comprende tareas de: retiro de materiales no deseables como piedras, labranza e incorporación de abonos orgánicos. Por lo general, en suelos vírgenes esta labor se torna tediosa, por la eliminación cuidadosa de materiales no deseables para asegurar el buen crecimiento y desarrollo de los cultivos

#### **3. La aradura**

Es una tarea que consiste en voltear la capa de tierra de bajo hacia arriba, con la finalidad de oxigenar, eliminar malezas, plagas y enfermedades, mejorar la estructura física de los suelos, y lograr la descomposición de los restos orgánicos frescos. Se sugiere la realización de 3 a 4 meses antes de la siembra, mientras que en terrenos a secanos se sugiere realizarla con las últimas lluvias.

#### **4. El subsolado**

Actividad poco conocida en nuestro medio, que consiste en arar el terreno a una profundidad no mayor a 25cm, con el fin de roturar el pie de arado (capa dura del suelo formada como consecuencia del uso continuo de tractores pesados y malas prácticas agrícolas), esta capa dura impide aireación y disminuye la capacidad de retención de humedad e infiltración, la cual en última instancia dificulta el desarrollo de las raíces de las plantas.

#### **5. El rastreado**

Consiste en desmenuzar los terrones de tierra, formados durante la primera labranza (aradura), con el fin de favorecer el contacto de la semilla con el suelo para su germinación. Cuando no se logra desterronar bien, se debe repetir el rastreado en forma cruzada.

#### **6. La nivelación**

Esta consiste en distribuir uniformemente la tierra labrada sobre la superficie del terreno, con el propósito de evitar el encharcamiento y logra un desarrollo uniforme de las plantas forrajeras. En terrenos con montículos de tierras muy pronunciados, se acostumbra a rellenar los hoyos con la capa superficial del suelo fértil lo cual se traduce en terrenos con manchas de tierra totalmente esquilada y otras fértiles. Debemos recordar que la capa superficial del suelo, es la capa de mayor interés para agricultura, en ella se llevan a cabo complejos procesos biológicos, enzimáticos y químicos.

### **1.9. SELECCIÓN DE CULTIVOS**

Cultivar forraje introducidos como: maíz forrajero, alfa alfa, cebada y avena entre otros, para mejorar la dieta forrajera de los animales, se torna de especial importancia entre los criadores de ganado vacuno, especialmente para los dedicados al engorde.

El cultivo de forrajes implica desarrollar una serie de técnicas agrícolas apropiadas, orientadas a incrementar la productividad de los suelos.

El maíz forrajero es de vital importancia en el departamento llegando a cultivar alrededor de 77.000 Has. A nivel departamental, valle central 22.000 Has. O'Connor 25.000 y 45.224 Has (INE 2021-2022). Entre las variedades adaptadas a la zona están el INIAF: Choclero Amarillo, Choclero Blanco, Algarrobal 108 y 102, Aychazara y otros.

### **1.10. ÉPOCAS DE SIEMBRA**

En terrenos a secano, la plantación se realiza cuando se inicia la época de lluvias, dando oportunidad a que las plantas establezcan bien su sistema radicular y así poder resistir la siguiente temporada de sequía

En la zona subtropical la época de plantación va desde fines de otoño, donde los inviernos son suaves y no hay peligro de heladas.

Cuando se dispone de agua para riego, la plantación puede hacerse a mediados de invierno, cuando ya no hay peligro de heladas, y una vez establecido soporta bien la sequía. En zonas de clima templado, los niveles de radiación, los registros térmicos y el largo del día varían marcadamente durante el año. La modificación de la fecha de siembra del cultivo en estas zonas altera la combinación de dichas variables ambientales a lo largo de toda su estación de crecimiento. Tales factores tienen una marcada influencia sobre el desarrollo y crecimiento del cultivo y sobre su rendimiento (Cirilo, 2000).

Cuando la siembra se retrasa las mayores temperaturas que experimenta el cultivo durante las etapas iniciales de su ciclo de crecimiento provocan la aceleración de su desarrollo fenológico, acortándose el período entre la siembra y la floración. Al atrasar la siembra, las mayores temperaturas aceleran la velocidad de aparición y despliegue de las hojas determinando el rápido establecimiento de un canopeo eficiente para capturar radiación. Este efecto, sumado a los niveles crecientes de radiación solar incidente hacia el verano, les permite a las siembras tardías acumular una cantidad de radiación interceptada hasta la floración semejante a la de las siembras tempranas a pesar del menor número de días transcurridos. Las mayores temperaturas durante la fase vegetativa que experimentan las siembras tardías favorecen una alta eficiencia de conversión de luz en crecimiento, acumulando

generalmente más biomasa al momento de floración que las siembras tempranas. Sin embargo, los niveles de radiación solar incidente y temperatura durante la etapa posterior a la floración decaen progresivamente al avanzar la estación cuando se demora la siembra, y en mayor grado cuanto mayor es la latitud de la localidad y más se retrasa la siembra, reduciendo la producción de biomasa en la etapa posterior a la floración (Cirilo 2000).

Biomasa aérea acumulada en maíz en función del tiempo para cultivos sembrados en septiembre (cuadrados llenos), octubre (círculos llenos), noviembre (cuadrados vacíos) y diciembre (círculos vacíos) en condiciones de crecimiento sin limitaciones hídricas ni nutricionales en Balcarce.

Dentro de cada localidad, y en planteos sin limitaciones hídricas, nutricionales ni sanitarias donde la radiación y la temperatura pasan a ser decisivas para la generación del rendimiento, las mayores producciones se obtienen con siembras tempranas, que permiten al cultivo fijar más granos al ubicar su floración a principios del verano con altos niveles de radiación incidente y elevadas amplitudes térmicas (Tabla 1; (Cirilo,2000). Sin embargo, las siembras tempranas están expuestas a una alta frecuencia de temperaturas subóptimas que dificultan el logro de emergencias uniformes y favorecen la jerarquización de individuos desde etapas tempranas del ciclo (Padilla y Otegui, 2005; Liu y col., 2004) con consecuencias posteriores negativas sobre la determinación del número de granos y el rendimiento (Maddonni y Otegui, 2004; Tollenaar y col., 2006).

En tales regiones es conveniente adelantar la siembra hacia el invierno (si el agua disponible y las heladas lo permiten) o demorarla hasta fin de año para escapar a los períodos de mayor temperatura durante la floración y llenado del grano (Otegui y López Pereira, 2003)

### **1.11. Fertilización del maíz**

El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10 t/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N/ha absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento. La

oferta del lote (nitrógeno en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional. Esta aproximación es lo que se conoce como criterio o modelo de balance. Sin embargo, la diferencias entre las cantidades de N en el suelo y las absorbidas por el cultivo son determinadas por las llamadas eficiencias de absorción, que varían según se considere al N presente en el suelo a la siembra, al N mineralizado durante el cultivo y al N aportado como fertilizantes.

Las posibles pérdidas de nitrógeno son contempladas en la eficiencia de uso, normalmente oscila alrededor del 50 %, con máximos de 70 %, si se aplica durante los momentos de máxima capacidad de absorción, dosis no excesivas, proporcionales a su utilización y con fuentes de bajo potencial de volatilización como amoníaco. El maíz comienza su mayor consumo de nitrógeno alrededor de seis hojas completamente expandidas (V-6 a V-7), por lo que antes de comenzada esta etapa fenológica, el cultivo debería de disponer de una oferta de nitrógeno adecuada para satisfacer su demanda para crecimiento.

Las estrategias de fertilización podrían resumirse en tres posibilidades:

1. Fertilizar únicamente a la siembra o incluso antes.
2. Fertilizar sólo con el cultivo implantado entre dos y siete hojas (V-2 a V-6).
3. Fraccionar la dosis entre la siembra y V-7 en dos aplicaciones.

De las tres alternativas, la aplicación a la siembra integra globalmente ventajas en los aspectos operativos, agronómicos y económicos. Sin embargo, los equipos de siembra que disponen de doble cajón fertilizador para colocar separadamente al nitrógeno fuera de la línea de semillas no son abundantes.

Por esa razón, serían más recomendables las aplicaciones fraccionadas, donde se garantice una gran parte de la necesidad total de nitrógeno a la siembra (70 a 80 %), regulando luego la cantidad de nitrógeno restante en función de la evolución de la campaña y de las posibilidades ofrecidas por las condiciones climáticas, ya que muchas veces, al coincidir la primavera lluviosa con ese periodo, se pierde la oportunidad y el follaje avanza impidiendo una fácil circulación entre líneas, agravada por la tendencia creciente a sembrar con espaciamiento de 52 cm. Una

recomendación intermedia en este sentido es fraccionar en dos veces, pero aplicando en lugar de a la siembra la mayor proporción del N en estadios muy tempranos hasta 3 hojas, cuando la planta es flexible y admite tráfico de maquinaria de aplicación con cubiertas de alta flotación. (Melgar R y Torres M, Duggan)

### **1.12.1. Forrajes**

Es utilizado principalmente como fuente de energía en la alimentación animal con el objetivo principal de ser transformado en carne y leche. Se puede suministrar picado y por su alto contenido de carbohidratos se puede ensilar entre los 75 – 115 días posteriores a la siembra.

### **1.12.2. Potencial de producción del maíz forrajero**

Su cosecha se realiza antes que madure completamente su grano en zonas donde el clima es cálido. Se puede cosechar cuando tenga entre 75 – 115 días dependiendo de la variedad mientras y en clima frío se cosecha a los 150 días. Puede alcanzar una producción alrededor de 40 – 60 toneladas por hectárea de forraje verde. Alrededor de 15 a 25 Toneladas de mataría seca por hectárea por año. En animales se registran ganancias de peso de 0.6 a 1.0 kg/día. (Martínez F, 2014).

### **1.12.3. Época del corte del maíz**

En México, tradicionalmente el maíz (*Zea mays* L.) se corta para ensilaje cuando el grano se encuentra en estado lechoso o masoso, y se obtiene una baja proporción de elote, lo que refleja una menor producción y calidad del forraje. El objetivo de este estudio fue evaluar el criterio de avance de la línea de leche para precisar la etapa óptima de corte en cuanto a la producción y calidad del forraje de maíz en dos híbridos de diferente ciclo biológico. El experimento se estableció en Aguascalientes, México, con los híbridos Halcón (precoz) y 3028W (intermedio). Las etapas de corte fueron: masoso, 1/3, 1/2 y 2/3 del avance de línea de leche. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y arreglo en parcelas divididas, donde los híbridos fueron las parcelas grandes y las etapas de corte las menores. La interacción híbrido x etapa sólo fue significativa ( $P \leq 0.05$ ) para el porcentaje de materia seca. El híbrido de ciclo intermedio superó en 6.6 t ha<sup>-1</sup> de materia seca y en 2940 kg ha<sup>-1</sup> de leche al híbrido precoz ( $P \leq 0.05$ ), pero la calidad

del forraje fue similar entre ambos híbridos. Conforme avanzó el estado de madurez, de masoso a 2/3 de línea de leche, se incrementó el rendimiento de materia seca en 4.7 t ha<sup>-1</sup>, la proporción de elote en 17.5 unidades, y la producción de leche por tonelada de materia seca en 168 kg y de leche por hectárea en 6030 kg. El contenido de fibra detergente neutro disminuyó 6.9 unidades y el de fibra detergente ácido 3.6 unidades. La digestibilidad de la materia seca no varió y presentó una media de 66.6 %. Los resultados indican que al cosechar en etapas de 1/2 a 2/3 de línea de leche es mejor que cosechar en estado masoso porque se incrementan la producción y el valor nutricional del forraje.

Los estados de madurez que presenta el grano, antes de llegar a la maduración son los siguientes:

#### **Estado lechoso**

El grano libera una sustancia lechosa cuando es aplastado, la planta todavía está verde, teniendo un porcentaje de materia seca cercana al 20%.

#### **Estado pastoso blando**

Se aplasta fácilmente, pero sin liberar jugos, siendo posible partirlo con la uña, las hojas por debajo de la espiga, así como envolturas de esta comienza a amarillear y la planta entera contiene alrededor de un 25% de la materia seca.

#### **Estado pastoso duro**

Es difícil aplastarlo, aunque se pueda rayar con la uña, las envolturas del totomoxtle (hoja seca de la mazorca de maíz), amarillean y las hojas comienzan a secarse en la parte inferior de la planta un contenido de materia seca próxima al 30%

#### **Estado vítreo**

El grano es duro y se raya fácilmente, las hojas están secas en toda la planta y el contenido de materia seca de la misma es superior al 35% (**Bravo, F. 2008**)

### **1.13. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO**

Dentro de los factores climáticos determinantes de la producción vegetal, la temperatura es uno de los más importantes. Es común observar que en años «fríos»

el desarrollo de las fases fenológicas de las plantas se atrasa mientras que en años «cálidos» se adelanta. El desarrollo del maíz depende directamente de la temperatura en la medida en que no se modifique la evolución fisiológica de las plantas por efectos de la ocurrencia de valores muy bajos o muy altos de aquélla, o cambios en el fotoperiodo.

Ha sido determinado que las condiciones más favorables para la obtención de rendimientos elevados en el cultivo de maíz se dan en climas con alta radiación solar y temperaturas elevadas, pero no extremadamente cálidos, con una prolongada estación de crecimiento y con temperaturas diurnas entre 20 y 28° C.

Cuando se acumulan días con temperaturas máximas superiores a 28°C, el período de llenado de granos se acorta y por consiguiente el rendimiento disminuye. El crecimiento máximo del maíz cabe esperarse en ambientes que producen temperaturas foliares entre 30 y 33° C durante el día (la fotosíntesis y la tasa de desarrollo del cultivo alcanzan sus valores máximos entre estos valores), pero con noches frescas.

#### **1.14. LABORES CULTURALES**

La labranza mínima es un método beneficioso para agricultores que tienen terrenos inclinados o con buen drenaje, ya que disminuye la erosión; también permite una mayor retención de humedad al no remover ni exponer el suelo a la acción del viento.

Si la maleza tiene más de 50 cm de alto, se realiza una chapoda y, entre 8 a 15 días después, se debe aplicar un herbicida quemante como Paraquat o un traslocable como Glifosato.

Si la preparación del suelo es mecanizada, es conveniente realizar un paso de arado, dos o tres pasos de rastra y si fuera posible, realizar una nivelación del suelo. Las rastreadas se pueden hacer a 15 ó 20 cm de profundidad dependiendo del tipo del suelo; el último paso de rastra es recomendable hacerlo antes de la siembra (**Deras, H. 2020**).

## **1.15. SIEMBRA**

### **Primera**

Esta época generalmente comprende desde el 15 al 30 de mayo, para la zona costera (0 a 400 msnm); y del 15 de mayo hasta el 15 de junio, para los valles intermedios (400 a 900 msnm). Estas fechas pueden variar de acuerdo con el establecimiento de la época lluvias. (Deras, H. 2020).

### **Postrera**

Época llamada también tunalmil, comprendida del 15 al 31 de agosto, especialmente para valles intermedios (400 a 900 msnm) y la región oriental del país. En esta época, puede tenerse el riesgo que la estación lluviosa termine antes que el cultivo haya llegado a su etapa de madurez o secado; lo que puede traer como consecuencia disminución del rendimiento (Deras, H. 2020).

### **Apante**

Es la que se realiza en aquellos terrenos que permanecen inundados durante la época lluviosa, los cuales retienen suficiente humedad para ser utilizada hasta que la época lluviosa finalice. Los meses de siembra pueden variar según las circunstancias de cada zona, la época puede comprender desde diciembre hasta febrero.

En zonas donde se cuenta con riego, las épocas de siembra pueden variar según las necesidades o planificación de cada agricultor, pero es recomendable sembrar entre el 1 de diciembre hasta el 15 de enero (Deras, H. 2020).

### **Manejo de agua**

El primer riego o sobre riego se realiza 8 días después de la siembra, procurando evitar encharcamientos, y cuidando que el agua no rebase el lomo del surco. El número de riegos posteriores depende del tipo de suelo, de las condiciones climáticas y del ciclo vegetativo de las variedades que se siembre. En general se puede decir que un suelo migajón arcilloso requiere de seis a ocho riegos para el buen desarrollo del cultivo y los suelos de textura media como son los arcillo-arenoso requieren de 8 a 10 riegos.

## **Preparación del terreno**

La preparación adecuada del terreno es un aspecto de mucha importancia para el éxito de este cultivo. Es necesario que el terreno esté limpio de maleza, mullido y sin terrones que dificulten las labores de cultivo, además debe estar bien nivelado para evitar encharcamientos que causen pudriciones en las raíces de las plantas en desarrollo. Para lograr estos objetivos se requiere efectuar con suficiente anticipación las siguientes labores: Barbecho, Rastreo, Nivelación, Surcado y Trazo de regaderas.

### **Barbecho o uso de Multiarado.**

Se trata de un arado sub superficial el cual se realiza con un arado con cuchillas, las cuales cortan las raíces de la maleza y de cultivos como maíz, sorgo y avena que tienden a rebrotar después de la cosecha. Este método no invierte el perfil del suelo y favorece su conservación dejar residuos en la superficie del suelo creando condiciones para reducir la erosión, conservar la humedad y hacer más eficientes los fertilizantes.

### **Rastreo.**

Después del barbecho o uso del multiarado se deja transcurrir un tiempo de 15 a 20 días que permita que los factores del clima (temperatura, lluvias y viento) tengan efecto sobre la superficie del suelo para que de esta manera se hagan más eficientes las labores de rastreo que pueden consistir en uno o dos pasos de rastra.

### **Nivelación.**

La nivelación del terreno facilita las labores posteriores del cultivo, para aprovechar tanto el agua de lluvia como de riego y evitar encharcamientos.

### **Surcado.**

Una vez terminadas las labores anteriores se traza la surquería con una separación de 85 a 92 cm entre surcos usando de preferencia el bordeado de doble vertedera.

## **1.16. CONSERVACIÓN DE FORRAJE**

### **Conservación de los alimentos**

En las comunidades tradicionales agrícolas y ganaderas del valle central de Tarija, se vienen produciendo volúmenes apreciables de forraje verdes, los cuales son conservados en forma de silo y heno para la época de escases, sin embargo, urge mejorar estas técnicas de conservación

Existen dos métodos de conservación de forraje, estos son:

#### **Henificado**

Proceso de corte, deshidratación y almacenamiento del forraje a través de la cual la humedad natural se reduce al menos del 15%, facilitando la conservación por largos periodos. (INIAF 2023)

#### **Ventajas de hacer heno**

1. La henificación es un proceso sencillo que se puede elaborar de manera manual a bajo costo, aunque también puede ser altamente mecanizado
2. Para la preparación y conservación del heno no se necesita de infraestructura especializada
3. El heno es un forraje de fácil transporte y almacenaje
4. El heno se puede conservar por largo tiempo cuando está bien seco y se mantiene protegido bajo sombra y con la aeración adecuada
5. Si el heno se prepara con forraje de buena calidad y con los cuidados para un secado rápido y eficiente este mantendrá una alta proporción del buen valor nutritivo que tenía el forraje que se usó para prepararlo
6. El heno es muy apetecido por el ganado, especialmente si se selecciona una especie con buena adaptabilidad cuando está en fresco
7. Casi todas las especies forrajeras perennes o anuales se pueden utilizar. La única excepción son aquellas forrajeras de corte que tienen los tallos muy jugosos, como el caso del pasto elefante, sorgo, maíz o caña, entre otros
8. El heno se adapta bien a la mayoría de los sistemas de producción

9. Con frecuencia los henos de buena calidad se considera como la fuente de forraje ideal para la cría de terneros por sus efectos como promotores del desarrollo de la actividad del rumen en estos animales

### **Desventajas de hacer heno**

1. No se puede hacer heno en lugares húmedos y épocas de lluvia
2. En la mayoría de gramíneas usadas para hacer heno, normalmente se necesitan hasta tres días para obtener el punto del secado adecuado
3. Se debe cortar en épocas de floración para no perder la calidad nutritiva
4. Para grandes extensiones de terrenos si o si se requiere de maquinaria para abaratar los costos y acelerar el proceso, pero en este caso los costos de inversión son altos

### **Proceso de henificación**

1. Corte de planta con maquinaria
2. Hilerado
3. Secado
4. Recolección (enfardado, enrollado)
5. Sistemas de suministros

### **Factores que determinan la calidad del heno**

1. Edad de la planta
2. Numero de hojas
3. Tipos de forraje
4. Clima

### **Ensilaje de maíz**

Es el proceso de conservación de calidad del forraje verde mediante fermentación. Para ello se corta el material forrajero y se lo deposita en un silo evitando el ingreso del agua y el aire. Los cultivos más recomendados son el maíz y sorgo, además se puede utilizar la caña dulce, que puede ser utilizado después de ocho semanas, siendo entre sus características un olor dulce agradable y color verde amarillento

## **Conservación del ensilaje**

El ensilaje puede durar años mientras que el silo se mantenga cerrado y bien protegido. por lo tanto, es importante cubrir el silo con un buen plástico

El silo se puede destapar a los 45 días después de haberlo sellado y se puede aprovechar de manera directa en el comedero del animal

## **Calidad del ensilaje**

El color y el olor evidencian la calidad del silaje, el color verde ligeramente inclinado a castaño amarillento del silaje es un indicativo de una fermentación láctica, de olor agradable; mientras que un silaje castaño atabacado es típico de fermentaciones de altas temperaturas, con predominio de fermentación acéticas. El olor es otro aspecto importante en el ensilaje un buen silo no presenta nunca olores fuertes

## **Tipos de silo**

En el valle central existen tres tipos de silo estos son:

1. Silo tipo bunker
2. Silo tipo montón
3. Silo en bolsa

## **Proceso de elaboración silo**

### **Maquina compactadora y Embolsadora de ensilaje**

La embolsadora y compactadora de ensilaje está destinada a compactar y embolsar ensilajes de los más variados tipos de pastos, como maíz triturado, hoja de caña de azúcar y pastos de diversas variedades muy utilizado en la alimentación de las especies bovino. (INIAF 2023).

### **Picado del material al ensilar**

El material picado, sea este de maíz, caña de azúcar, avena o cebada, fue realizado con la ayuda de la cosechadora picadora de forraje

### **Descripción del material de silo en bolsa**

- El material de las bolsas de silo son tricapas, es decir a prueba de rayos ultravioletas del sol

### **Embolsado del maíz picado**

Una vez concluido el picado por variedad del maíz se procede al embolsado con la ayuda de la maquina compactadora. El promedio es de 35 bolsas/hora, cada una con un peso promedio de 30 a 35 kg dependiendo del tiempo del corte del material, es decir a mayor contenido de humedad habrá mayor peso y así sucesivamente

### **Almacenado del silo bolsa**

Las bolsas pueden ser apiladas y almacenadas en un ambiente fresco parecido al henil o también almacenadas en el campo, ya sean, estas cubiertas con tierra u hojas de arboles

Por la forma de las bolsas es posible almacenarlas y apilarlas por largo tiempo, con el uso de estas bolsas es posible la tabulación y control de alimentos consumidos por el productor, a vez también se evita las perdidas por el ingreso del aire y bacterias anaeróbicas. (INIAF 2023).

### **Ventajas del silo bolsa**

1. Permiten el almacenamiento en depósitos o almacenes
2. Puede ser utilizado como un medio de ayuda humanitario por su fácil manejo
3. Permite aprovechar en un 99% el forraje ensilado
4. Posibilita el trabajo estabulado en granjas dedicadas al engorde de novillos

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

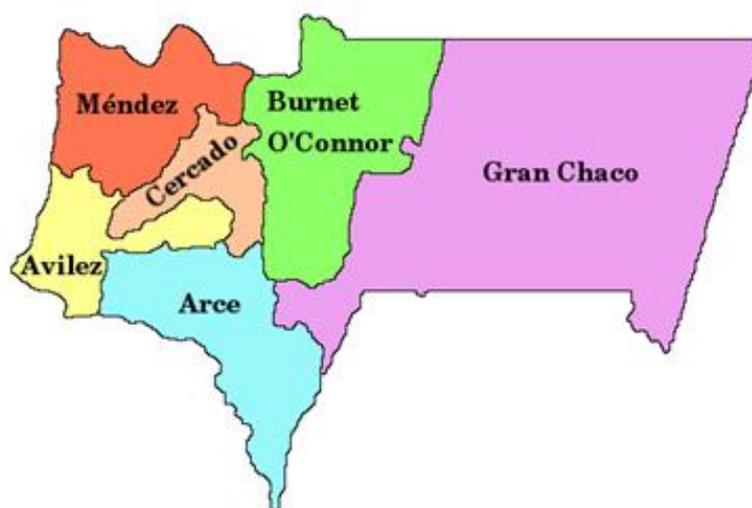
## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo de validación de Maíz forraje se implementó en cinco localidades del valle central de Tarija, Centro experimental de Chaguaya, Cabildo, Erquiz Oropeza, Sella Méndez y Centro experimental de Coimata.

Mapa 1: Mapa político del departamento de Tarija



Fuente: Google

#### 2.2. UBICACIÓN

*Tabla 1 Ubicación geográfica de los trabajos de investigación en el municipio de Padcaya, Cercado y San Lorenzo.*

Municipio	Localidad	Georreferencia		
		Latitud (S)	Longitud (O)	Altitud (msnm)
Padcaya	Centro Exp. Chaguaya	21°53'24"	64°49'44"	2039
Padcaya	Cabildo	21°53' 38"	64°42'17"	1994

San Lorenzo	Erquis Oropeza	21°53'4"	64°49'33"	2017
	Sella Méndez	21°23'35	64°42'41	2102
	Coimata	21°29'55"	64°47'18"	2055

Fuente: Elaboración propia

### **2.3. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS**

Tarija está localizada al Sur de Bolivia. Según la clasificación climática de Köppen, esta clasificación climática de Köppen es un sistema que divide los climas del mundo en cinco grupos principales: tropical, seco, templado, continental y polar. Se basa en los valores promedio mensuales de temperatura y precipitación. describe cada tipo de clima con una serie de letras normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones, Tarija se clasifica con la serie Cwb: Templado con inviernos secos (köppen 1936)

#### **Climas Templados**

La temperatura media del mes más frío está entre -3°C (en algunas clasificaciones 0°C) y 18°C, y la del mes más cálido supera los 10°C. En estos climas se encuentran los bosques templados.

#### **Invierno seco**

El invierno es seco, la precipitación del mes más seco del invierno es inferior a una décima parte de la precipitación. Una tercera letra indica el comportamiento de las temperaturas en verano:

#### **Templado**

El verano es fresco pues no se superan los 22°C de media en el mes más cálido, las temperaturas medias superan los 10°C al menos cuatro meses al año.

### **2.4. CLIMA**

#### **2.4.1. Municipio de Padcaya**

##### **Temperaturas máximas y mínimas**

La temperatura media anual es de 16.7 °, con una máxima y mínima de 24.6 °C y 8.8 °C respectivamente. Los días con heladas se registran en los meses de mayo a septiembre. La humedad relativa promedio es de 67 %. La dirección del viento aproximadamente es el Sur-Este con una velocidad promedio de 2.6 km/hora. (INIAF, 2018).

### **Precipitaciones Pluviales, Periodos**

Las precipitaciones pluviales totales anuales en el municipio oscila entre 1,0 mm en el mes de julio a una máxima de 145.4 mm en el mes de enero; identificándose dos periodos: un periodo seco que abarca los meses de mayo a septiembre y un periodo húmedo en los meses de octubre a abril. La precipitación promedio anual es 927,0 (mm) (INIAF).

### **2.4.2. Municipio de San Lorenzo**

#### **Geología y Geomorfología**

Las estructuras geológicas de la zona en estudio están conformadas por antiguas terrazas de depósitos Fluvio lacustres del Cuaternario conformado por arenas, limos y arcillas, en algunas partes existe la presencia de fragmentos pedregosos. Presenta la unidad geomorfológica Terraza aluvial, se caracterizan por tener un relieve plano o casi plano, con material reciente de granulometría media a fina; arcillas aluviales. (Torrez, 2018)

#### **Clima**

La zona de estudio cuenta con una estación meteorológica y el registro de sus propios datos climáticos; registrados por el SENHAMI. Los factores meteorológicos de mayor importancia se muestran a continuación:

#### **Precipitación**

El clima de la zona se caracteriza por tener una precipitación media anual de 703.5 mm/año, mayormente concentrada en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, siendo el mes más lluvioso enero con 155.8 mm y el mes más seco junio con 0.5 mm de precipitación

## Temperatura

La temperatura media anual es de 17.2°C; los meses más calientes son diciembre y enero con 19.8°C de temperatura media y el mes más frío es julio con 13.4°C. 26

La diferencia de temperatura entre la media de verano (19.6°C) menos la media de invierno (13.9°C), es de 5.6°C

## 2.5. VEGETACIÓN

La vegetación presente en el área de estudio, está compuesta por:

### 3.5.1. Especies arbóreas nativa

Nombre común	Nombre Científico
Molle	<i>Schinus molle</i>
Churqui	<i>Acacia cavenia</i>
Taco	<i>Prosopis alpataco</i>
Sauce	<i>salixsp</i>
Chañar	<i>Geoffraea de corticans</i>

Dentro del sistema productivo de la provincia se desarrollan los siguientes cultivos:

### 2.5.1. Especies cultivadas

GRAMÍNEAS	
Nombre común	Nombre científico
Maíz	<i>Zea mays L.</i>
Trigo	<i>Triticum spp</i>

## LEGUMINOSAS

Nombre común	Nombre científico
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Poroto	<i>Vigna sinensis</i>
Maní	<i>Arachis hypogenea</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>

## HORTALIZAS

Nombre común	Nombre Científico
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Tomate	<i>Licopersicum esculentum</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>
Acelga	<i>Beta vulgaris</i>
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>
Zapallo	<i>Cucúrbita máxima</i>
Repollo	<i>Brassicaoleraciavar capitata</i>
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>

## FRUTALES

Nombre común	Nombre Científico
Manzana	<i>Malus silvestris</i>
Ciruelo	<i>Prunus domestico</i>

Frutilla	<i>Fragaria chiloensis</i>
Pera	<i>Pyrus communis</i>
Frambuesa	<i>Rubus rosaefolius</i>
Membrillo	<i>Sidonia oblonga</i>

Fuente: PDM municipio de Padcaya y San Lorenzo

## **2.6. SUELOS**

### **2.6.1. Chaguaya**

Los suelos ubicados en conos terrazados, fuertemente desarrollados; con texturas franco en superficie y arcillosa en profundidad y moderada alcalinidad; modernamente bien drenadas; sin salinidad; moderada profundidad; peligro de anegamiento; erosión ligera a moderada. Aptitud agrícola restringida a moderada.

Suelos franco arenosos en superficie y franco arcillo arenosos en profundidad, a veces compactados y ocasionalmente con estrato pedregoso a 50 cm; relieve plano, a veces con pendiente 2-5%. Moderadamente bien a imperfectamente drenados.

### **2.6.2. Padcaya**

Los suelos poseen una textura con dominancias de Franco Limoso, es decir, se trata de suelos de texturas no gruesas.

- Se afirma que es un suelo no salino, con un pH casi Moderadamente Ácidos, que puede provocar problemas en el bloqueo de ciertos nutrientes.
- El contenido de materia orgánica es Baja en su generalidad, con un valor medio de 1.38 %, lo que indica que son suelos normales minerales orgánicos.

### **2.6.3. Suelos Sella Méndez, Erquis Oropeza y Coimata**

Son suelos profundos moderadamente bien drenados, no presentan problemas de erosión significativas, tienen un nivel de fertilidad medio, donde los contenidos de materia orgánica son medios de nitrógeno y fosforo bajo a medios de potasio que es alto

## **2.7. MATERIALES**

### **2.7.1. Material Vegetal**

En el presente trabajo se utilizó las siguientes variedades de Maíz:

#### **V1 = POOL 12**

El maíz Pool 12 es una variedad de maíz forrajero que produce biomasa con tallos gruesos y succulentos. Variedad de grano amarillo vítreo, originaria de México, fue introducida y seleccionada para las condiciones de valle. Es una variedad precoz cultivada por los productores lecheros.

- **Altura de la planta:** 280 cm
- **Altura de la mazorca:** 165 cm
- **Días de madurez fisiológica:** 135 días
- **Color y Tipo de grano:** Blanco crema, vítreo
- **Número de hileras de granos:** 14-16

#### **V2 = INIAF CHOCLERO AMARILLO**

El maíz Choclero Amarillo es una variedad de maíz desarrollada por el INIAF. Es una variedad de doble propósito. Dentro de sus características es de ciclo de 120 a 135 días, Rendimiento de 3.5 toneladas por hectárea.

- **N.º de Registro:** RV-MA-1158-16.
- **Descripción de planta:** Altura de la planta 220 – 230 cm.
- **Longitud de la mazorca:** 16 cm con 12 – 14 hileras
- **Características del grano:** Color amarillo, textura semi harinoso, tamaño grande.
- **Maduración:** Ciclo intermedio 120 días a la cosecha.
- **Rendimiento:** 3.5 t\*ha-1.
- **Uso:** Gastronomía en grano fresco (choclo) y grano duro.
- **Áreas recomendadas:** Valles de Tarija, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, y Chaco boliviano.

### **V3 = ALGARROBAL 108**

Algarrobal 108 es una variedad de maíz choclero. El tamaño de grano de esta variedad es grande, su color es amarillo, con la textura semidentado, su longitud de mazorca va desde 20-25 cm.

La zona de cultivo para esta variedad es en el chaco (Chuquisaca y Tarija), se adapta bien a las zonas subtropicales, el ciclo vegetativo es semitardío alcanza su madurez en choclo a los 100 días.

- **Altura de la planta:** 237 cm
- **Altura de la mazorca:** 140 cm
- **Días de madurez fisiológica:** 130 días
- **Color y Tipo de grano:** Amarillo, Harinoso
- **Número de hileras de granos:** 12 – 14

### **V4 = ALGARROBAL 102**

El maíz Algarrobal 102 es una variedad de maíz desarrollada en el centro de mantenimiento de Germoplasma Gran Chaco en Yacuiba, Bolivia. Se utiliza para elaborar alimentos balanceados. Esta variedad tiene granos de color amarillo, el tamaño del grano es mediano, la textura del grano es semidentado, duro. Y la longitud de la mazorca es de 19-20 cm.

- **Altura de la planta:** 250 cm
- **Altura de la mazorca:** 160 cm
- **Días de madurez fisiológica:** 150 días
- **Color y Tipo de grano:** Amarillo anaranjado, Dentado
- **Número de hileras de granos:** 12 – 14

## **V5 = COMPUESTO 20 (PÁIRUMANI)**

Caracteres morfológicos; tiene un color de grano blanco, textura de grano amilácea, con una longitud de mazorca variable de 18-22 cm. Tamaño de grano grande. Las condiciones de cultivo son en los valles de Tarija, Chuquisaca (zonas a riego), y las regiones subtropicales, es de ciclo vegetativo tardío, alcanzando la madurez fisiológica a los 160 días, la altura de planta oscila entre los 2.70 m. el consumo es en choclo, harinas, etc. Hidalgo (1995).

- **Ciclo vegetativo choclo:** 115 Días
- **Altura de la planta:** 2,70
- **Diámetro de tallo:** 3,1
- **Número de macollo:** 1 a 2
- **Número de hojas (nudos):** 1
- **Días de floración masculina:** 70 - 50% de estigmas: 78
- **Altura inserción de mazorca:** 1,56
- **Número de hileras:** 10 a 15
- **Tamaño del grano:** 1,5 cm

## **V6 = IBOPERENDA**

Esta variedad presenta las siguientes características agronómicas.

**Altura de la planta:** 220 cm

**Altura de la mazorca:** 130 cm

**Días de madurez fisiológica:** 150 días

**Color y Tipo de grano:** Amarillo, dentado

**Número de hileras de granos:** 12 - 14

### **3.6.2. Material de Campo**

- Wincha
- Tablero
- Lápiz

- Estacas
- Machete
- Azadón

### 3.6.3. Material de Escritorio

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora

## 3.7. FACTORES EN ESTUDIO

- **Factor V (variedad)**

V1 = POOL 12

V2 = INIAF CHOCLERO AMARILLO

V3 = ALGARROBAL 108

V4 = COMPLEJO 20(PÁIRUMANI)

V5 = ALGARROAL 102

V6 = IBOPERENDA

- **Localidades**

L1: SELLA MÉNDEZ

L2: CHAGUAYA

L3: COIMATA

L4: PADCAYA

L5: ERQUIS OROPEZA

- **Densidad de siembra.**

D1 = 60 cm (50.000 plantas ha<sup>-1</sup>)

## 2.8.DISEÑO DE CAMPO

### Localidad 1 (bloque o parcela)

V1R1	V5R2	V2R1	V3R3	V4R2	V6R1
V4R3	V1R2	V5R1	V2R2	V3R2	V4R1
V6R2	V6R3	V1R3	V5R3	V2R3	V3R1

### Localidad 2 (bloque o parcela)

V1R1	V5R2	V2R1	V3R3	V4R2	V6R1
V4R3	V1R2	V5R1	V2R2	V3R2	V4R1
V6R2	V6R3	V1R3	V5R3	V2R3	V3R1

### Localidad 3 (bloque o parcela)

V1R1	V5R2	V2R1	V3R3	V4R2	V6R1
V4R3	V1R2	V5R1	V2R2	V3R2	V4R1
V6R2	V6R3	V1R3	V5R3	V2R3	V3R1

### Localidad 4 (bloque o parcela)

V1R1	V5R2	V2R1	V3R3	V4R2	V6R1
V4R3	V1R2	V5R1	V2R2	V3R2	V4R1
V6R2	V6R3	V1R3	V5R3	V2R3	V3R1

### Localidad 5 (bloque o parcela)

V1R1	V5R2	V2R1	V3R3	V4R2	V6R1
V4R3	V1R2	V5R1	V2R2	V3R2	V4R1
V6R2	V6R3	V1R3	V5R3	V2R3	V3R1

### 2.8.1. Características del diseño

N.º de parcelas por localidad (6 x 3)	18
Nº variedades	6
N.º localidades	5
N.º tratamientos (6 x 5)	30
Replicas	3
Total, de unidades experimentales	90
Ancho de parcela	10 m
Largo de parcela	50 m
Área neta de la parcela (por comunidad)	5000 m <sup>2</sup>
Distancia de pasillos	1 m
N.º de surcos por parcela	10
Distancia entre surcos	0.60 m
Distancia entre plantas	D <sub>1</sub> = 0.25 m
Área total del ensayo (Por comunidad)	240 m <sup>2</sup>
Área de cosecha por unidad experimental	D <sub>1</sub> =28.8 m <sup>2</sup>
Área total de investigación	3.5 Ha

## **2.9. METODOLOGÍA**

### **Diseño experimental para evaluar 6 variedades de maíz en 5 localidades**

En algunos experimentos es frecuente evaluar los mismos tratamientos en diferentes localidades bajo el diseño bloques al azar con arreglo factorial (6 x 5) x 3 repeticiones. En este caso es conveniente evaluar el efecto de tratamiento (variedades) a través de todas las localidades, así como estudiar la interacción entre tratamientos y localidades.

#### **2.9.1. Esquema General del Diseño**

- 5 parcelas principales (Bloques)
- 6 variedades de Maíz
- 3 repeticiones (por cada variedad en cada localidad, para mayor precisión y confiabilidad en los resultados)

Cada localidad actúa como un bloque, y dentro de cada bloque se evaluarán todas las variedades de maíz.

#### **2.9.2. Distribución del Diseño**

##### **A. Localidades como bloques**

- Cada una de las cinco localidades se consideró como un bloque.

##### **B. Parcelas Principales**

- Dentro de cada localidad, se asignaron las seis variedades de maíz a parcelas principales.
- La asignación de variedades a las parcelas principales fue de forma aleatoria dentro de cada bloque.

### **C. Subparcelas**

- Dentro de cada parcela principal, se hicieron 3 repeticiones (subparcelas) para cada variedad de maíz.

### **3. Configuración del Diseño**

#### **A. Localidades como Bloques**

- Localidad 1: Bloque 1
- Localidad 2: Bloque 2
- Localidad 3: Bloque 3
- Localidad 4: Bloque 4
- Localidad 5: Bloque 5

#### **B. Parcelas Principales y Subparcelas**

Para cada localidad (bloque):

**Variedad A:** Parcela 1 con 3 subparcelas (repeticiones)

**Variedad B:** Parcela 2 con 3 subparcelas (repeticiones)

**Variedad C:** Parcela 3 con 3 subparcelas (repeticiones)

**Variedad D:** Parcela 4 con 3 subparcelas (repeticiones)

**Variedad E:** Parcela 5 con 3 subparcelas (repeticiones)

**Variedad F:** Parcela 6 con 3 subparcelas (repeticiones)

### **4. Análisis Estadístico**

Para analizar los datos, se trabajó con el ANOVA para Parcelas que considera las siguientes fuentes de variación:

**1. Efecto de Localidades (Bloques):** Diferencias entre las localidades.

**2. Efecto de Variedades:** Diferencias entre las variedades de maíz.

**3. Interacción Localidad x Variedad:** Cómo varía el rendimiento de cada variedad en diferentes localidades.

**4. Error Experimental:** Variabilidad dentro de las subparcelas que no puede explicarse por los efectos anteriores

### **2.9.3. VARIABLES EN ESTUDIO**

Para copilar datos sobre diversas características del maíz evaluado en el ensayo se registró las siguientes lecturas:

#### **1. Días a floración. -**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha donde las parcelas alcanzan el 50% con estigmas de dos a tres centímetros de largo.

#### **2. Altura de la planta. -**

Se seleccionaron de cinco a diez plantas al azar por tratamiento, posteriormente se midió la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde empieza a dividirse la espiga (panoja).

#### **3. Altura de inserción de la Mazorca. -**

En las mismas cinco a diez plantas donde se midió la altura, se determinó la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta, estas dos variables se las midió en cualquier momento después de dos a tres semanas posteriores a la floración inmediatamente antes de la cosecha.

#### **4. Longitud, ancho de la lámina foliar**

El registro de esta variable tanto largo y ancho de la lámina foliar se la tomó en cm. para el cálculo del área se recurrió al factor conversión (0.75), postulado por Montgomery (1911). Donde se toma la hoja inferior principal para el cálculo respectivo.

## **5. Diámetro del tallo de la planta**

El diámetro del tallo de la planta se obtuvo midiendo en la parte media de la misma, la toma de medidas se la realizó con un calibrador, las mismas fueron en cm.

## **6. Número de mazorcas por planta**

Se registró contando manualmente el número de las mazorcas por planta de cada una de las plantas muestreadas.

## **7. Longitud de la mazorca**

Para obtener los datos de la longitud de la mazorca se tomó la medida desde la base hasta el ápice de la mazorca superior, los mismos tomados en cm.

## **8. Rendimiento (kg. / Parcela)**

El rendimiento por parcela expresado en (Kg. / Parcela), fue calculado en base a dos parámetros evaluados al momento de la cosecha tomando en cuenta el: Rendimiento en grano, rendimiento en materia verde y rendimiento en materia seca.

## **2.10. METODOLOGÍA DE CAMPO**

### **2.10.1. Preparación del terreno.**

Las operaciones de preparación de terreno para la siembra del maíz en las diferentes comunidades incluyeron labores de labranza con maquinaria, desarrollando una pasada de arado y dos de rastra.

La actividad de preparación del terreno se la realizó en el mes de noviembre aprovechando la humedad existente en el suelo para luego realizar la siembra.

### **2.10.2. Fertilización**

La fertilización asegura la restitución de los elementos nutritivos que son extraídos del suelo por el cultivo por eso una adecuada y oportuna fertilización garantiza buenos rendimientos. El nivel de fertilización aplicado en la parcela fue de 4.40 kg. de (18 - 46 - 00), y 4 kg. De urea (46 - 00 - 00), cantidad ajustada de acuerdo al análisis de suelo y el requerimiento del cultivo (Maíz blando).

En primera instancia se incorporó el fosfato di amónico al momento de la siembra, es decir el Fósforo requerido (P) y el Nitrógeno en forma fraccionada en un 50 %, el restante 50% se aplicó en el momento del aporque.

### **2.10.3. Siembra.**

Una vez delimitado la parcela se realizó la siembra manualmente y se utilizó el sistema de siembra por golpe llamada también siembra al paso, que consiste en:

Sembrar cada cierta distancia un número determinado de semillas, en nuestro caso depositamos tres semillas por golpe a una distancia de 0.25 m entre planta y planta y 0.60 m entre surco.

### **2.10.4. Labores culturales**

#### **2.10.4.1. Aporque**

El aporque es una práctica muy común en el cultivo del maíz, que consiste en voltear la tierra del lomo o camellón de los surcos sobre la base del tallo del maíz; esta labor se la realizó a los 30 días después de la siembra, cuando las plantas tenían una altura aproximadamente entre 35-40 cm. y a la vez se realizó el segundo abonado del 50% restante de urea depositándolo al pie de la planta para inmediatamente realizar el aporque, con la finalidad de dar mayor anclaje al terreno por el desarrollo de la raíces de las partes inferiores, evitando el vuelco o tumbado que es causado por la acción del viento o del exceso de agua, además con el aporque existe un mejor control de malezas, porque no se dejan florecer y estas no producen semillas.

#### **2.10.4.2. Control de maleza**

Se realizó de forma manual al momento del aporque, pero también se desarrolló un control gradual de malezas con la ayuda de un azadón según avance el ciclo del cultivo

#### **2.10.4.3. Control de plagas y enfermedades**

El cultivo del maíz es atacado por varias especies de insectos, pero los más importantes pueden ser gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Gusano choclero (*Heliothis* sp), Gusano cortador (barrenador *Elasmopalpus lignosellus*). Referente a virus, hongos y bacterias las más importantes son: El carbón de la espiga, podredumbre bacteriana, tizón del maíz, virus del mosaico y roya del maíz.

Con la probabilidad de prevenir el ataque del gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*) se aplicó a todo el ensayo el producto lorsban plus cuyo principio activo es clorpirifos etil y piretroide y para el control de enfermedades, se tomó medidas preventivas para evitar el ataque enfermedades y el monitoreo constante de síntomas.

#### **2.11. Cosecha.**

La cosecha del choclo se realizó cuando el grano estuvo en estado “lechoso”; para humintas en estado semipastoso y para semilla se cosecho cuando ha alcanzado la madurez fisiológica, identificándose este estado cuando en la base del grano se observa una capa negra (Yanez, etal., 2005)

La cosecha se realizó de forma manual depositando la mazorca en recipientes o sacos, la cosecha se realizó cuando el grano estuvo seco, debido a un alto contenido de humedad en el grano dificulta su conservación ya que sufren deterioros y se vuelven susceptibles a las pudriciones. Se debe tener cuidado con los hongos que ocasionan el aparecimiento de micotoxinas (FAO, 2012).

Para la presente investigación la cosecha se realizó mediante la utilización del tractor agrícola con sus implementos (picadora y acoplado) para luego realizar el ensilaje correspondiente.

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADO Y DISCUSIONES**

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. VARIABLES AGRONÓMICAS ESTUDIADAS

Para evaluar el manejo el comportamiento agronómico de las seis variedades de maíz forrajero, se aplicó un análisis estadístico de bloques al azar con arreglo factorial, a las diferentes variables agronómicas establecidas en el análisis, los resultados se describen y grafica a continuación.

#### 3.2. ALTURA DE LA PLANTA

Una de las principales variables estudiadas y que inciden de forma directa la producción de forraje es la altura de la planta, ya que determina la cantidad de forraje que se puede obtener.

En el siguiente cuadro se presentan los valores medios de la altura de la planta para cada una de las variedades, en las diferentes localidades.

*Tabla 2 Media de la altura de la planta interacción variedad localidad*

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	3.13	2.47	2.98	3.29	3.32	15.19	3.04
V2 = ALGARROBAL 108	2.89	2.21	3.50	2.42	3.54	14.56	2.91
V3 = IVOPERENDA	2.74	2.43	3.42	2.82	3.17	14.59	2.92
V4 = CHO.AMA	3.42	2.32	2.98	3.25	2.28	14.25	2.85
V5 = ALGARROBAL 102	2.91	2.35	3.23	2.76	3.32	14.57	2.91
V6 = POOL 12	2.69	2.60	2.28	2.62	3.45	13.65	2.73
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>17.78</b>	<b>14.38</b>	<b>18.40</b>	<b>17.17</b>	<b>19.08</b>	<b>73.15</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>2.96</b>	<b>2.40</b>	<b>3.07</b>	<b>2.86</b>	<b>3.18</b>		<b>2.89</b>

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (1), la altura promedio general fue de 2,89 metros, la variedad V1-Pairumani obtuvo la mayor altura con un promedio de 3,04 metros, y la variedad que presento una menor altura fue la variedad V6-Pool 12 con un promedio de 2,73 metros.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 5: Erquis Oropeza, se presentan las mayores alturas de las plantas con un promedio de 3,18

m y las alturas menores se presentan en la localidad 2: Chaguaya con una altura promedio de la planta de 2,40 m.

Al respecto, Claire I.T. (1996), menciona que el maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 4 m de altura (lo normal son 2 a 2,50 m). Muy fuerte, su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

### 3.2.1. Análisis de varianza de la altura de la planta

En la siguiente tabla (3) se establece el análisis de varianza, para las diferentes fuentes de variación, referente a la altura de la planta.

**Tabla 3 ANOVA: Altura de la planta al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.036	0.018	0.39 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	15.78	0.544	11.78**	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	0.77	0.153	3.31*	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	6.57	1.643	35.57**	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	8.44	0.422	9.14**	1.75	2.20
ERROR	58	2.679	0.046			
TOTAL	89	18.49	0.208			

Fuente: Elaboración propia

$F_c \leq F_{t(0,05)}$  = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$  = la variación es *significativa* , (\*)

$F_c > F_{t(0,01)}$  = la variación es altamente significativa , (\*\*)

El análisis de varianza, para la altura de la planta aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que las alturas de la planta para cada repetición tienen un comportamiento similar, aunque para la localidad 5: las alturas sean mayores, de igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % ( $11.78 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), existen diferencias significativas ya que la F tabulada al 1% es mayor

que la F calculada ( $3.34 > 3.31$  y  $> 2.37$ ), para el factor B (Localidades)  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $35.57 > 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  ( $9.14 > 1.75$  y  $2.20$ ) con diferencias altamente significativas respectivamente.

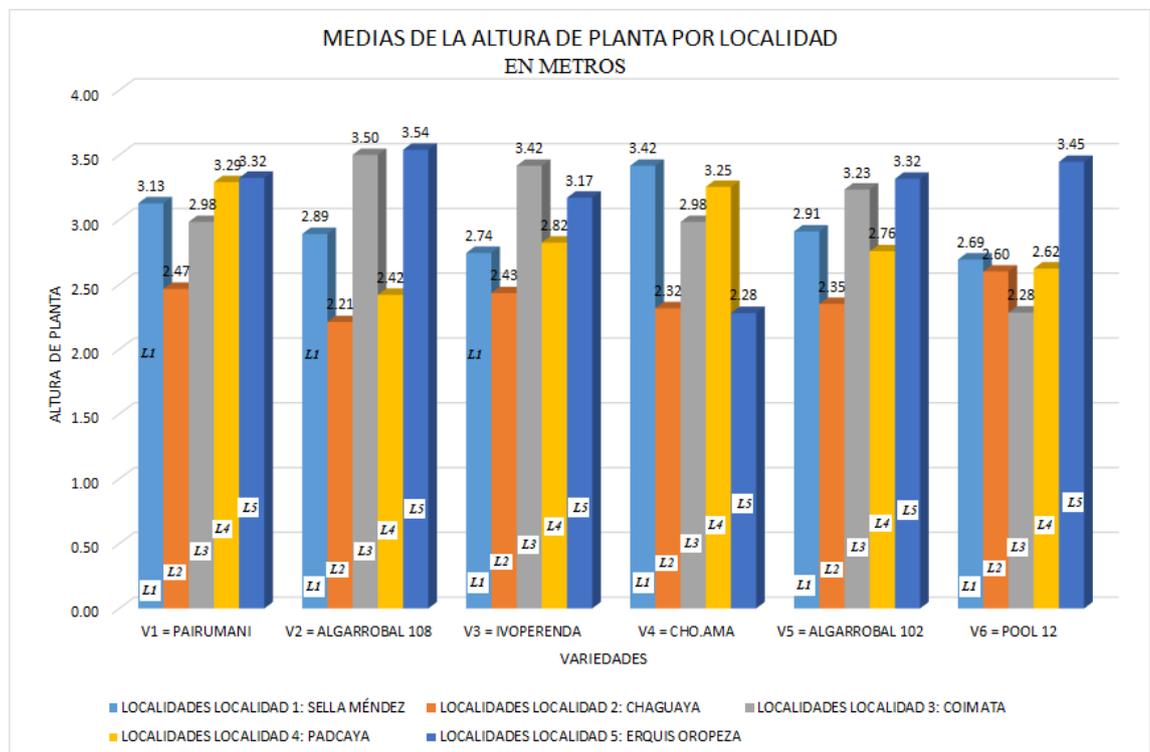
### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.046}}{8.68} \right) * 100 = 2.48 \%$$

El  $CV = 2.48 \%$  indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado ( $CV < 50$ ), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 1 Medias de la altura de plantas por localidad en (m)**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 1, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias de la altura de plantas por variedad: en este sentido la variedad

V1 (Pairumani) en las L1, L4 y L5, tiene una mayor altura de planta con 3.08 m. En forma general las alturas de las plantas varían 3,04 a 2.73 m.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 4 Prueba de Duncan del factor A (Variedades de Maíz). Análisis al 1 % de probabilidad**

	2	3	4	5	6	7
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>x</sub></b>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>LS</b>	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5 Diferencias entre variedades**

		V6	V4	V5	V3	V2	V1
		2.73	2.85	2.91	2.91	2.92	3.04
<b>V1</b>	<b>3.04</b>	<b>0.31**</b>	0.19	0.13	0.13	0.12	0.00
<b>V2</b>	<b>2.92</b>	<b>0.19*</b>	0.07	0.01	0.01	0.00	
<b>V3</b>	<b>2.91</b>	0.18	0.06	0.00	0.00		
<b>V5</b>	<b>2.91</b>	0.18	0.06	0.00			
<b>V4</b>	<b>2.85</b>	0.12	0.00				
<b>V6</b>	<b>2.73</b>	0.00					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable altura de la planta.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
<b>V1</b>	3,04	A
<b>V3</b>	2,92	B
<b>V2</b>	2,91	B
<b>V5</b>	2,91	B
<b>V4</b>	2,85	C
<b>V6</b>	2,73	C

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la variedad V1 es estadísticamente diferentes a la V3 y estadísticamente diferente a las demás variedades; presenta la mayor altura con 3.04 m. de altura, seguido de la variedad V3 con 2.92 m. de altura.

A continuación, las variedades V2 y V5 con 2.91 m. de altura, V4 con 2.85 m. de altura, la altura más baja presento la variedad V6 con 2.73 m. de altura.

**Tabla 7 prueba de Duncan del factor B (Localidades). Análisis al 1 % de probabilidad**

	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17
<b>S<sub>x̄</sub></b>	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
<b>LS</b>	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8 Diferencia entre localidades**

		<b>L2</b>	<b>L4</b>	<b>L1</b>	<b>L5</b>	<b>L3</b>
		<b>2,4</b>	<b>2,86</b>	<b>2,96</b>	<b>3,07</b>	<b>3,18</b>
<b>L3</b>	<b>3,18</b>	<b>0.78**</b>	<b>0.32**</b>	<b>0.22*</b>	0,11	0,00
<b>L5</b>	<b>3,07</b>	<b>0.67**</b>	0,21	0,11	0,00	
<b>L1</b>	<b>2,96</b>	<b>0.56**</b>	0,10	0,00		
<b>L4</b>	<b>2,86</b>	<b>0.46**</b>	0,00			
<b>L2</b>	<b>2,40</b>	0,00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable altura de la planta**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>L3</b>	3,18	A
<b>L5</b>	3.07	B
<b>L1</b>	2,96	C
<b>L4</b>	2,86	C
<b>L2</b>	2,40	D

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la localidad L3 es estadísticamente diferente a la L5 y demás localidades, presenta el mayor promedio de altura de planta con 3.18 m. de altura, seguido de la localidad L5 con 3.07 m. de altura.

A continuación, las localidades L1 y L4 son estadísticamente similares con 2.96 y 2.86 m. de altura, La altura más baja se presenta en la localidad L2 con 2.40 m. de altura.

Según Miranda (2020) en su trabajo de investigación (tesis) “Respuesta de dos variedades de maíz forrajero en dos épocas de siembra, con tres niveles de fertilización inorgánica” observa que la altura promedio de las plantas en ambas épocas es de 1.99 m. obteniendo la mayor altura de planta de 2.20 m, y la menor altura con un promedio de 1.79 m.

El promedio de altura fue mayor al obtenido por Gebauer (1994), para 12 híbridos de maíz, que alcanzó una altura de 2,61 m con un rango de 2,40 a 2,82 m, también al de Elizalde et al (1990) y al de Gutiérrez (1993) de 2,16 y 2,08 m respectivamente.

### 3.3. ANCHO DE LA HOJA

El ancho de las hojas de maíz puede influir en la capacidad de la planta para almacenar y distribuir carbohidratos, lo que afecta la producción de forraje, razón por la cual es importante su análisis.

**Tabla 10 Media del ancho de la hoja por planta Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	9.00	11.00	12.00	8.90	7.83	48.73	9.75
V2 = ALGARROBAL 108	10.00	6.00	11.33	8.00	10.17	45.50	9.10
V3 = IVOPERENDA	10.00	9.00	10.67	8.77	8.00	46.43	9.29
V4 = CHO.AMA	9.00	9.00	9.00	9.07	8.50	44.57	8.91
V5 = ALGARROBAL 102	8.00	8.50	10.67	9.07	9.50	45.73	9.15
V6 = POOL 12	10.00	7.50	8.00	10.00	8.37	43.87	8.77
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>56.00</b>	<b>51.00</b>	<b>61.67</b>	<b>53.80</b>	<b>52.37</b>	<b>230.97</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>9.33</b>	<b>8.50</b>	<b>10.28</b>	<b>8.97</b>	<b>8.73</b>		<b>9.16</b>

Fuente: Elaboración Propia

Observando la tabla anterior (10), el ancho promedio de la hoja es de 9.16 cm, la variedad V1-Pairumani tiene las hojas más anchas con un promedio de 9.75 cm, y la variedad que presento las plantas con hojas menos anchas fue la variedad V6-Pool12 con un promedio de 8.77 cm.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 5: Erquis Oropeza, presenta las plantas con hojas más anchas con un promedio de 10,28 cm y las planas con hojas menos anchas se presentan en la localidad 2: Chaguaya con un valor promedio de 8.50 cm.

Al respecto, Claire I.T. (1996), menciona que el maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, cuyas hojas pueden ser anchas con un valor promedio de 9.75 cm., estas plantas son muy fuerte, su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

**Tabla 11 Análisis de varianza para la variable ancho de la hoja al 5% y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.055	0.027	0.08 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	139.25	4.802	14.26**	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	8.61	1.722	5.12*	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	120.13	30.032	89.21**	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	10.51	0.526	1.561 NS	1.75	2.20
ERROR	58	19.525	0.337			
TOTAL	89	158.83	1.785			

Fuente: Elaboración propia

$F_c \leq F_{t(0,05)}$  = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$  = la variación es *significativa* , (\*)

$F_c > F_{t(0,01)}$  = la variación es altamente significativa , (\*\*)

El análisis de varianza para él, para del ancho de la hoja por planta aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que el ancho de las hojas de maíz, para cada repetición tienen un comportamiento similar, aunque para la localidad 3: el ancho de las hojas sean mayores (10.28 cm), de igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % ( $14.26 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), existen diferencias significativas ya que la F tabulada al 5% y 1% es mayor que la F calculada ( $5.12 > 2.37$  y  $3.34$ ), para el factor B (Localidades) las diferencias son altamente

significativas ya que  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $89.21 > 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} < F_{tabulada}$  ( $1.561 < 1.75$  y  $2.20$ ) sin diferencias significativas respectivamente.

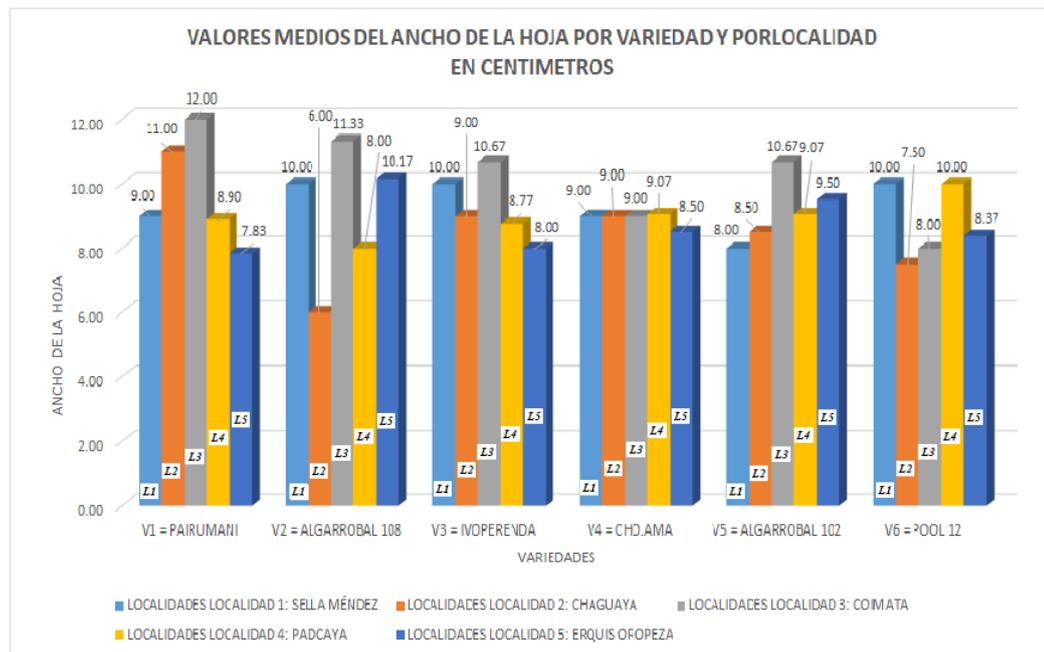
### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.337}}{27.84} \right) * 100 = 2.11 \%$$

El  $CV = 2.11 \%$  indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado ( $CV < 50$ ), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental ancho de la hoja.

**Grafica 2 Valores medios del ancho de la hoja por variedad y por localidad en (cm)**



En la gráfica 2, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias del ancho de las hojas por planta y por variedad; en este sentido la variedad V1 (Pairumani) en las L1, L2 y L5, tiene mayor anchura 12 cm. En forma general las alturas de las plantas varían 7,83 a 12.0 cm.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 12 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable ancho de la hoja, al 1% de probabilidad.**

	2	3	4	5	6	6
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>̄x</sub></b>	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
<b>LS</b>	0.51	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13 Diferencia entre variedades**

	V3	V5	V6	V2	V1	V4
	8.77	8.91	9.10	9.15	9.29	9.75
V4	9.75	0.98 **	0.84**	0.65*	0.60*	0.46
V1	9.29	0.52*	0.38	0.19	0.14	0.00
V2	9.15	0.38	0.24	0.05	0.00	
V6	9.10	0.33	0.19	0.00		
V5	8.91	0.14	0.00			
V3	8.77	0.00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable ancho de la hoja**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V1	9,75	A
V3	9,29	B
V5	9,15	B
V2	9,10	C
V4	8,91	C
V6	8,77	C

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la variedad V1 presenta hojas de mayor anchura con 9,75 cm., seguido de la variedad V3 con 9.29 cm. A continuación, las variedades V2 y V5 con 9.10 y 9.15 cm. respectivamente, V4 con 8.91 cm. Y la hoja menos ancha presento la variedad V6 con 8.77 cm.

**Tabla 15 Prueba de Duncan del factor B (Ancho de la hoja/ Localidad). Análisis al 1 % de probabilidad**

	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17
<b>S<sub>x̄</sub></b>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
<b>LS</b>	0.56	0.59	0.60	0.62	0.62

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16 Diferencia entre localidades**

		<b>L2</b>	<b>L4</b>	<b>L1</b>	<b>L5</b>	<b>L3</b>
		<b>8.5</b>	<b>8.73</b>	<b>8.97</b>	<b>9.33</b>	<b>10.28</b>
<b>L3</b>	<b>10.28</b>	<b>1.78**</b>	<b>1.55**</b>	<b>1.31**</b>	<b>0.95**</b>	0.00
<b>L5</b>	<b>9.33</b>	<b>0.83**</b>	<b>0.60*</b>	0.36	0.00	
<b>L1</b>	<b>8.97</b>	0.47	0.24	0.00		
<b>L4</b>	<b>8.73</b>	0.23	0.00			
<b>L2</b>	<b>8.50</b>	0.00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable ancho de la hoja.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
L3	10.28	A
L5	9.33	AB
L1	8.97	B
L4	8.73	C
L2	8.50	D

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la localidad L3 presenta el mayor promedio de hojas anchas con 10.28 cm., seguido de la localidad L5 con 9.33 cm. A continuación, las localidades L1 y L4 con 8.97 y 8.73 cm. Las hojas menos anchas se presentan en la localidad L2 con 8.50 cm. de anchura.

Según Miranda (2020) en su trabajo de investigación (tesis) observa que la anchura promedio de las hojas en ambas épocas es de 7.99 cm. Observándose que la hoja más ancha es de 11.20 cm, y la hoja menos ancha es de 6.79 cm.

El promedio de ancho de la hoja fue mayor al obtenido por Gebauer (1994), para 12 híbridos de maíz, que fue de 9.89 cm. de ancho, y la hoja de menor anchura fue de 8.43cm. de ancho de la hoja que alcanzó una altura de planta de 2,61 m, con un rango de 2,40 a 2,82 m, también al de Elizalde et al (1990) y al de Gutiérrez (1993) de 2,16 y 2,08 m respectivamente.

### 3.4. LARGO DE LA HOJA

El largo de la lámina de la hoja de maíz afecta su arquitectura y rendimiento, lo que puede influir en la producción de forraje.

**Tabla 18 Media del largo de la hoja por planta Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	1.17	0.93	1.03	0.75	0.75	4.63	0.93
V2 = ALGARROBAL 108	1.24	0.78	1.63	0.73	0.73	5.12	1.02
V3 = IVOPERENDA	0.90	0.92	1.12	0.74	0.74	4.42	0.88
V4 = CHO.AMA	1.31	0.81	1.07	1.18	1.18	5.54	1.11
V5 = ALGARROBAL 102	1.06	0.79	1.11	0.65	0.65	4.26	0.85
V6 = POOL 12	1.25	0.93	0.83	0.78	0.78	4.56	0.91
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>6.93</b>	<b>5.16</b>	<b>6.79</b>	<b>4.83</b>	<b>4.83</b>	<b>23.97</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>1.16</b>	<b>0.86</b>	<b>1.13</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>		<b>0.95</b>

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (18), el promedio general del largo de las hojas fue de 0.95 metros, la variedad V4-Choclero amarillo tiene las hojas más largas con un promedio de 1,11 metros de largo, y la variedad que presento el menor tamaño de la hoja fue la variedad V3-Ivoperenda con un promedio de 0.88 metros.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 3: Coimata, presentan las plantas con las hojas más grandes con un promedio de 1.13 m y las y las hojas más pequeñas se presentan en la localidad 4 y 5: Padcaya y Erquis Oropeza con un promedio de 0.80 m.

Al respecto, Claire I.T. (1996), menciona que el maíz lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 0.50 a 1.0 m de largo de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

**Tabla 19 Análisis de varianza para la variable largo de la hoja**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.021	0.010	1.45 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	4.82	0.166	23.37**	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	0.70	0.139	19.55**	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	2.26	0.565	79.44**	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	1.87	0.093	13.11**	1.75	2.20
ERROR	58	0.413	0.007			
TOTAL	89	5.26	0.059			

Fuente. Elaboración propia

$F_c \leq F_{t(0,05)}$  = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$  = la variación es *significativa* , (\*)

$F_c > F_{t(0,01)}$  = la variación es altamente significativa , (\*\*)

El análisis de varianza para él, largo de la hoja aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que el tamaño de la hoja para cada repetición tienen un comportamiento similar, aunque para la localidad 3: el tamaño de las hojas sean mayores, de igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1% ( $23.37 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), existen diferencias altamente ya que la F calculada al 1% y 5% es mayor que la F tabulada ( $3.34 > 2.37$  y  $3.34$ ), para el factor B (Localidades)  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $79.44 > 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  ( $13.11 > 1.75$  y  $2.20$ ) con diferencias altamente significativas respectivamente.

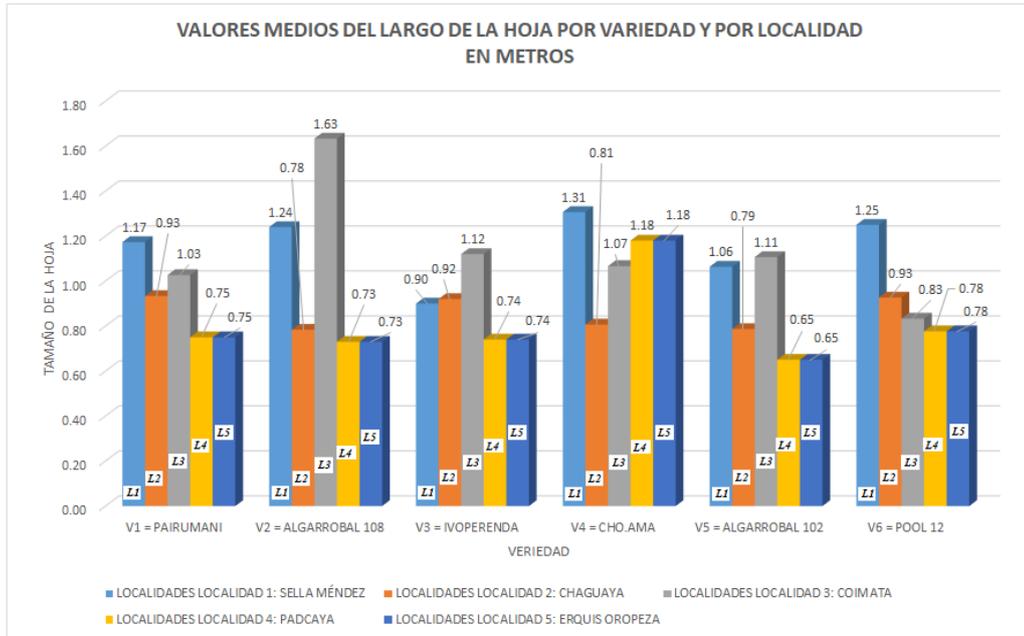
### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.007}}{2.85} \right) * 100 = 2.96 \%$$

El CV = 2.96 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 3 Valores medios del largo de la hoja por variedad y por localidad (m)**



En la gráfica 3, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias del largo de las hojas por variedad: en este sentido la variedad V2 (Algarrobal 108) en la L2 tiene un mayor tamaño con 1.63 m. En forma general el largo de las hojas varía 0,74 a 1.10 m.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 20 Prueba de Duncan del factor A (Largo de las hojas/variedad). Análisis al 1 % de probabilidad**

	2	3	4	5	6	6
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>̄x</sub></b>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
<b>LS</b>	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21 Diferencia del largo de la hoja entre variedades**

		0.85	0.88	0.91	0.93	1.02	1.11
<b>V4</b>	<b>1.11</b>	<b>0.26**</b>	<b>0.23**</b>	<b>0.20**</b>	<b>0.18**</b>	<b>0.090*</b>	0.00
<b>V1</b>	<b>1.02</b>	<b>0.17**</b>	<b>0.14*</b>	<b>0.11*</b>	<b>0.09*</b>	0.00	
<b>V2</b>	<b>0.93</b>	<b>0.080*</b>	0.05	0.02	0.00		
<b>V6</b>	<b>0.91</b>	0.06	0.03	0.00			
<b>V5</b>	<b>0.88</b>	0.03	0.00				
<b>V3</b>	<b>0.85</b>	0.00					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable largo de las hojas.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
<b>V4</b>	1,11	A
<b>V2</b>	1,02	B
<b>V1</b>	0,93	C
<b>V6</b>	0,91	CD
<b>V3</b>	0,88	CD
<b>V5</b>	0,85	D

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la variedad V4 presenta las hojas más largas con 1.11 m. de largo, seguido de la variedad V2 con 1.02 m. de largo. A continuación, las variedades V1 y V6 con 0.93 y 0.91m. de largo, V3 con 0.88 m. y el tamaño más pequeño presento la variedad V5 con 0.85 m. de largo.

**Tabla 23 p Prueba de Duncan del factor B (Localidades). Análisis al 1 % de probabilidad**

	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17
<b>S<sub>x̄</sub></b>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
<b>LS</b>	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24 d Diferencia entre localidades**

		<b>L2</b>	<b>L4</b>	<b>L1</b>	<b>L5</b>	<b>L3</b>
		<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>0.86</b>	<b>1.13</b>	<b>1.19</b>
<b>L3</b>	<b>1.19</b>	<b>0.39**</b>	<b>0.39**</b>	<b>0.33**</b>	0.06 NS	0.00
<b>L5</b>	<b>1.13</b>	<b>0.33**</b>	<b>0.33**</b>	<b>0.27**</b>	0.00	
<b>L1</b>	<b>0.86</b>	0.06	0.06	0.00		
<b>L4</b>	<b>0.80</b>	0.00	0.00			
<b>L2</b>	<b>0.80</b>	0.00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable largo de las hojas.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>L3</b>	1.19	A
<b>L5</b>	1,02	B
<b>L1</b>	0,93	C
<b>L4</b>	0,91	CD
<b>L2</b>	0,88	CD

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la localidad L3 presenta el mayor promedio en tamaño de las hojas con 1.19 m., seguido de la localidad L5 con 1.02 m. A continuación, las localidades L1 y L4 con 0.93 y 0.91 m. de tamaño de las hojas, Las hojas más pequeñas se presenta en la localidad L2 con 0.88 m.

Según Miranda (2020) en su trabajo de investigación (tesis), observa que el tamaño promedio de las hojas en ambas épocas es de 1.09 m. obteniendo el mayor tamaño de 1.12 m, y la hoja de menor tamaño fue de 0.79 m.

### 3.5. DIAS A LA FLORACIÓN

La floración del maíz es importante para la producción de forraje porque marca el inicio del desarrollo de la espiga y la mazorca, que son partes esenciales de la planta

**Tabla 26 Media de los días a floración Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	99	99	98	100	100	496.00	99.20
V2 = ALGARROBAL 108	98	99	98	101	101	496.33	99.27
V3 = IVOPERENDA	99	99	99	98	101	495.67	99.13
V4 = CHO.AMA	98	99	101	98	99	495.33	99.07
V5 = ALGARROBAL 102	99	99	101	100	101	500.67	100.13
V6 = POOL 12	99	99	98	102	99	497.00	99.40
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>593.00</b>	<b>594.00</b>	<b>595.67</b>	<b>598.00</b>	<b>600.33</b>	<b>2484.00</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>98.83</b>	<b>99.00</b>	<b>99.28</b>	<b>99.67</b>	<b>100.06</b>		<b>99.37</b>

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (26), días a floración el promedio general fue de 99.37 días, la variedad V4-Choclero Amarillo, es la variedad más precoz con un promedio a la floración de 99 días, y la variedad más tardía fue la variedad V5-Algarrobal 102 con un promedio de 100 días a la floración.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 2: Chaguaya, presenta la floración más precoz con un promedio de 99 días y la floración más tardía se presentan en la localidad 5: Erquis Oropeza con un promedio de 100 días a la floración.

Al respecto, Claire I.T. (1996), menciona que la floración del maíz ocurre cuando se desarrollan las inflorescencias masculinas y femeninas, y se produce el alargamiento de los estilos, (lo normal son 80 a 95 días). Al respecto, la FAO (2001), asegura que la floración masculina y femenina son factores críticos para determinar el rendimiento de grano, también indica que la floración femenina ocurre de 2 a 5 días después de la aparición de la panoja o floración masculina.

**Tabla 27 ANOVA: Días a floración al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	1.400	0.700	0.16 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	103.57	3.571	0.84 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	11.57	2.313	0.54 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	17.84	4.46	1.04 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	74.16	3.71	0.87 NS	1.75	2.20
ERROR	58	247.933	4.27			
TOTAL	89	352.90	3.97			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para los días a floración de la planta, aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, para ninguna de las fuentes de variación lo que indica que las alturas de la planta para cada repetición tienen un comportamiento similar.

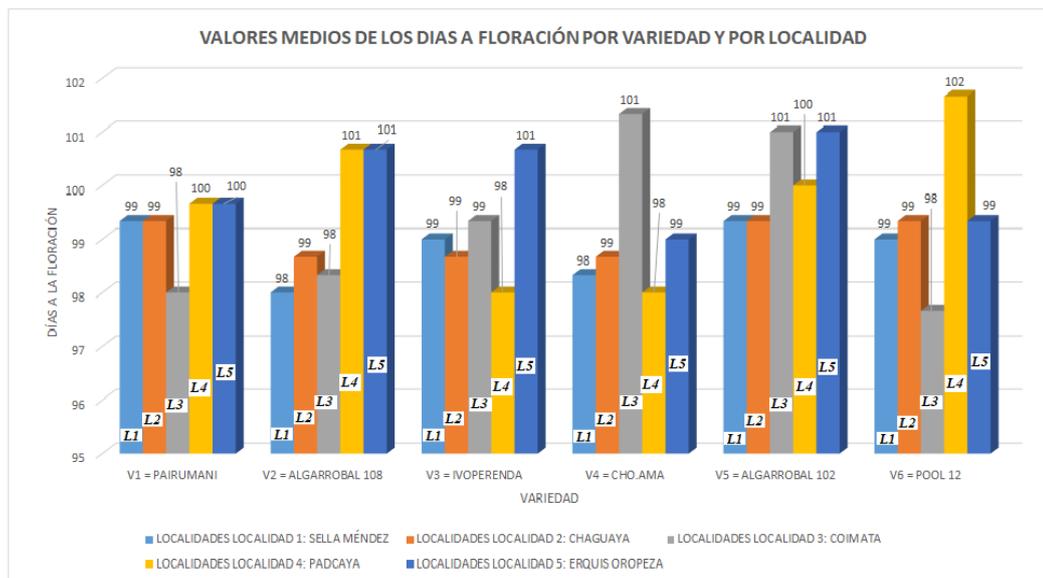
#### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{4.27}}{99.37} \right) * 100 = 2.08 \%$$

El CV = 2.08 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental días a la floración.

**Grafica 4 valores medio de los días de floración por variedad y por localidad**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 4, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias de los días de floración por variedad; en este sentido la variedad V6 (Pool 12) en las, L4, son más tardías en la floración con 102 días a la floración. En forma general los días de floración en las distintas localidades varían 98 a 100 días.

Como no existen diferencias significativas en los días a floración, no se hace necesario la aplicación de la prueba de Duncan.

### 3.6. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

La altura de inserción de la mazorca en el maíz puede verse afectada por la densidad de siembra y esto puede influir en el rendimiento del cultivo.

**Tabla 28 Media de la Altura de inserción de la mazorca. Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	1.45	1.01	1.27	1.40	1.41	6.53	1.31
V2 = ALGARROBAL 108	1.25	0.80	0.27	1.02	1.53	4.86	0.97
V3 = IVOPERENDA	1.07	0.96	0.29	1.49	1.48	5.29	1.06
V4 = CHO.AMA	1.75	0.62	1.38	1.50	1.54	6.79	1.36
V5 = ALGARROBAL 102	1.52	1.04	0.33	1.30	1.80	5.99	1.20
V6 = POOL 12	1.66	1.07	0.36	1.30	1.53	5.91	1.18
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>8.70</b>	<b>5.50</b>	<b>3.90</b>	<b>8.01</b>	<b>9.28</b>	<b>29.47</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>1.45</b>	<b>0.92</b>	<b>0.65</b>	<b>1.33</b>	<b>1.55</b>		<b>1.18</b>

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (28), la altura promedio general de la inserción de la mazorca fue de 1.18 metros, la variedad V4-Choclero Amarillo obtuvo la mayor altura de inserción de la mazorca con un promedio de 1.36 metros, y la variedad que presentó una menor altura de inserción de la mazorca fue la variedad V2-algarrobla 108 con un promedio de 0.97 metros.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 5: Erquis Oropeza, se presentan las mayores alturas de inserción de mazorcas con un promedio de 1.55 m y las alturas menores se presentan en la localidad 3: Coimata con una altura promedio de inserción de la mazorca de 0.65 m.

Al respecto, Claire I.T. (1996), menciona que es importante aclarar que una mayor altura de inserción de mazorca es una característica no deseada, cuando esta supera el 55% de la altura total de la planta, por tanto, en el caso específico de este trabajo, se puede indicar que las variedades, tienen valores que superan al 55% de la altura de planta, lo cual las hace más susceptibles a tener problemas de acame.

**Tabla 29 ANOVA: Altura de inserción de la mazorca al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.038	0.019	0.65 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	16.77	0.578	20.05**	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	1.59	0.317	11.00**	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	10.47	2.618	90.77**	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	4.71	0.235	8.16**	1.75	2.20
ERROR	58	1.673	0.029			
TOTAL	89	18.48	0.208			

Fuente: Elaboración propia

$F_c \leq F_{t(0,05)}$  = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$  = la variación es *significativa* , (\*)

$F_c > F_{t(0,01)}$  = la variación es altamente significativa , (\*\*)

El análisis de varianza para él, para la altura de inserción de la mazorca, aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que las alturas de inserción de las mazorcas para cada repetición tienen un comportamiento similar, aunque para la localidad 5: las alturas sean mayores, de igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % ( $20.05 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), existen diferencias altamente significativas ya que la F calculado al 1% y 5% es mayor que la F tabulado ( $11.0 > 2.37$  y  $3.34$ ), para el factor B (Localidades)  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $90.77 > 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  ( $8.16 > 1.75$  y  $2.20$ ) con diferencias altamente significativas respectivamente.

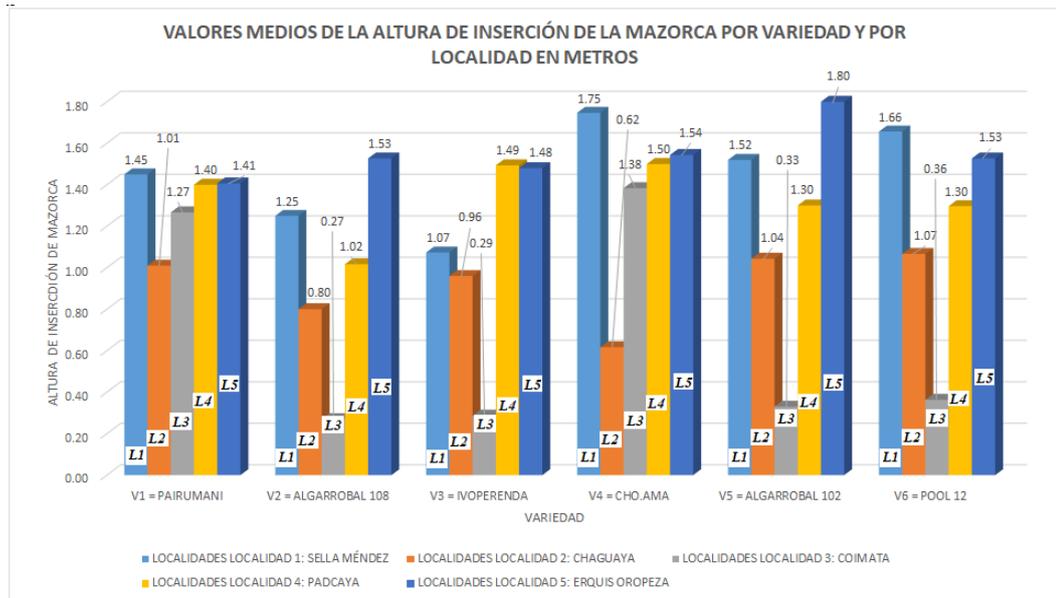
### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.029}}{3.54} \right) * 100 = 4.80 \%$$

El CV = 4.80 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 5 Valores medios de la altura de inserción de la mazorca por variedad y por localidad en metros**



En la gráfica 5, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias de la altura de inserción de la mazorca por variedad: en este sentido la variedad V5 (Algarrobal 102) en las L1, L2, L4 y L5 tiene una mayor altura de inserción de mazorcas con 1.80 m. En forma general las alturas de la inserción de mazorcas varían 0.29 a 1.80 m.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 30 Prueba de Duncan del factor A (Altura de inserción de mazorcas/variedad). Análisis al 1 % de probabilidad**

	2	3	4	5	6	6
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>ĥ</sub></b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>LS</b>	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31 Diferencia entre variedades**

		V3	V5	V6	V2	V1	V4
		0.97	1.06	1.18	1.20	1.31	1.36
V4	1.36	0.39**	0.3**	0.18*	0.16	0.05	0.00
V1	1.31	0.34**	0.25*	0.13	0.11	0.00	
V2	1.20	0.23*	0.14	0.02	0.00		
V6	1.18	0.21*	0.12	0.00			
V5	1.06	0.09	0.00				
V3	0.97	0.00					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable altura de inserción de la mazorca.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V4	1.36	A
V1	1.31	B
V2	1.20	C
V6	1.18	C
V5	1.06	D
V3	0.97	D

Fuente. Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar a las variedades en 4 grupos mostrando diferencias altamente significativas entre ellos, en este sentido el primer grupo (A) constituido por la variedad V4 que presenta la mayor altura de inserción de mazorcas con 1,36 m., en segundo grupo (B) constituido por la variedad V1 con 1.31m. de altura de inserción de la mazorca, a continuación, las variedades V2 y V6 con 1.20 y 1.18 m. de altura, de inserción de mazorcas se les agrupa en el tercer grupo (C) la variedad V5 con 1.06 m. de altura de inserción de mazorca, y la variedad V3 con 0.97 m. de altura forman parte del cuarto grupo (D).

**Tabla 33 Prueba de Duncan del factor B (Altura de inserción de mazorcas/Localidades). Análisis al 1 % de probabilidad**

	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17
<b>S<sub>x</sub></b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>LS</b>	0.16	0.17	0.18	0.18	0.18

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34 Diferencia entre localidades**

		<b>L2</b>	<b>L4</b>	<b>L1</b>	<b>L5</b>	<b>L3</b>
		<b>0.65</b>	<b>0.92</b>	<b>1.33</b>	<b>1.45</b>	<b>1.55</b>
<b>L3</b>	<b>1.55</b>	<b>0.90**</b>	<b>0.63**</b>	<b>0.22*</b>	0.10	0.00
<b>L5</b>	<b>1.45</b>	<b>0.80**</b>	<b>0.53**</b>	0.12	0.00	
<b>L1</b>	<b>1.33</b>	<b>0.68**</b>	<b>0.41**</b>	0.00		
<b>L4</b>	<b>0.92</b>	<b>0.27**</b>	0.00			
<b>L2</b>	<b>0.65</b>	0.00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable altura de inserción de la mazorca**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>L3</b>	1.55	A
<b>L5</b>	1.45	A
<b>L1</b>	1.33	B
<b>L4</b>	0.92	C
<b>L2</b>	0.65	C

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, por localidades se pueden agrupar en 3 grupos, la localidad L3 con un promedio de altura de inserción de mazorcas de 1.55 m. de altura, y la localidad L5 con 1.45 m. de altura, forman parte del primer grupo (A), con diferencias altamente significativas. A continuación, las localidades L1 con 1.33 de altura, forman parte del segundo grupo (B) igualmente con diferencias altamente significativas y finalmente el grupo (C), conformado por la L4 y L2 con

valores de 0.92 y 2.40 m, presentando las alturas más bajas en la inserción de las mazorcas que son favorables para el desarrollo de la planta.

Según Miranda (2020) en su trabajo de investigación (tesis) “Respuesta de dos variedades de maíz forrajero en dos épocas de siembra, con tres niveles de fertilización inorgánica” observa que la altura promedio de las plantas en ambas épocas es de 1.99 m. obteniendo la mayor altura de planta de 2.20 m, y la menor altura con un promedio de 1.79 m.

El promedio de altura fue mayor al obtenido por Gebauer (1994), para 12 híbridos de maíz, que alcanzó una altura de 2,61 m con un rango de 2,40 a 2,82 m, también al de Elizalde et al (1990) y al de Gutiérrez (1993) de 2,16 y 2,08 m respectivamente.

### 3.7. NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

En general, los híbridos de maíz modernos producen una mazorca por planta. Sin embargo, en condiciones de abundante luz solar y recursos, pueden producir una segunda mazorca en el nudo debajo de la primera. En casos excepcionales, las plantas pueden producir varias mazorcas en el mismo nudo del tallo.

Las variedades locales de maíz que producen más de una mazorca se llaman variedades prolíficas.

**Tabla 36 Media del número de mazorcas por planta Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	3	2	3	2	3	12.67	2.53
V2 = ALGARROBAL 108	3	2	3	2	3	13.00	2.60
V3 = IVOPERENDA	2	2	3	3	2	11.33	2.27
V4 = CHO.AMA	2	2	3	3	2	12.00	2.40
V5 = ALGARROBAL 102	3	2	2	3	2	11.67	2.33
V6 = POOL 12	3	2	3	2	3	13.00	2.60
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>15.67</b>	<b>13.00</b>	<b>15.33</b>	<b>15.00</b>	<b>14.67</b>	<b>60.67</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>2.61</b>	<b>2.17</b>	<b>2.56</b>	<b>2.50</b>	<b>2.44</b>		<b>2.46</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (36), el número de mazorcas por planta, promedio general fue de 3 mazorcas, la variedad V2-Algarrobal 108 y V6 Pool 12 obtuvieron el mayor número de mazorcas con un promedio de 3 mazorcas por planta, y la variedad que

presento un menor número de mazorcas por planta fue la variedad V3-Ivoperenda con un promedio de 2 mazorcas por planta.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 1: Sella Méndez, se presentan el mayor número de mazorcas por planta con un promedio de 3 unidades/planta y el menor número de mazorcas por planta se presentan en la localidad 2: Chaguaya con una altura promedio 2 unidades por planta.

**Tabla 37 ANOVA: Número de Mazorcas por planta al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.422	0.211	0.55 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	7.66	0.264	0.69 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	1.52	0.304	0.79 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	4.81	1.203	1.41 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	1.32	0.066	0.52 NS	1.75	2.20
ERROR	58	22.244	0.384			
TOTAL	89	30.32	0.341			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de mazorcas por planta aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para todas las fuentes de variación lo que indica que el número de mazorcas/planta para cada repetición y para cada localidad tienen un comportamiento similar.

#### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

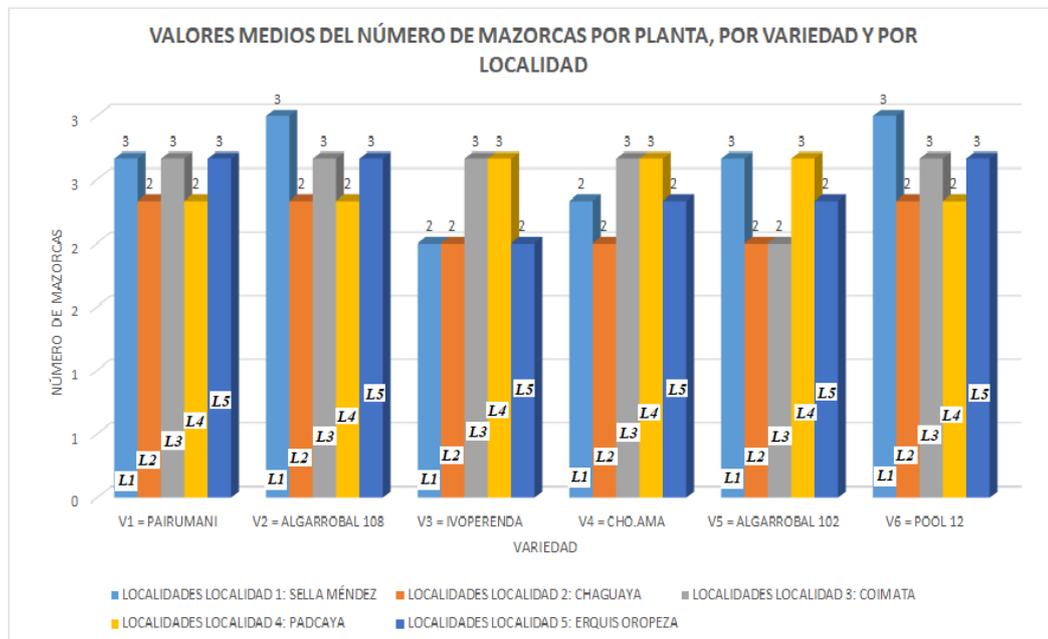
$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.384}}{2.46} \right) * 100 = 25.22 \%$$

El CV = 25.22 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

En la gráfica 6, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias del número de mazorcas por plantas y por variedad: en este sentido la variedad V2 Algarrobal 108 y V6 Pool 12 en las L1, L3, L4 y L5, tiene

el mayor número de mazorcas por planta con 3 unidades/ planta. En forma general el número de mazorcas por planta varían de 2 a 3 unidades por planta.

**Grafica 6 Valores medios del número de mazorcas por planta por variedad y por localidad**



Fuente: Elaboración propia

No se aplicó la prueba de Duncan porque no se encontraron diferencias significativas.

### 3.8. LONGITUD DE LA MAZORCA

La longitud de la mazorca en maíces forrajeros es un parámetro que determina la calidad física de las variedades con potencial forrajero

**Tabla 38 Media de la longitud de la mazorca Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	17.13	17.51	17.00	15.52	16.33	83.49	16.70
V2 = ALGARROBAL 108	15.33	16.21	16.83	15.42	17.01	80.80	16.16
V3 = IVOPERENDA	18.32	15.64	17.17	16.11	17.75	84.99	17.00
V4 = CHO.AMA	17.28	16.61	16.55	16.25	17.97	84.66	16.93
V5 = ALGARROBAL 102	16.35	16.33	17.60	17.11	16.09	83.48	16.70
V6 = POOL 12	17.51	18.17	17.34	16.61	16.76	86.40	17.28
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>101.92</b>	<b>100.48</b>	<b>102.50</b>	<b>97.02</b>	<b>101.91</b>	<b>417.43</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>16.99</b>	<b>16.75</b>	<b>17.08</b>	<b>16.17</b>	<b>16.99</b>		<b>16.79</b>

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (38), la longitud de la mazorca, el promedio general fue de 16.79 cm, donde la variedad V6-Pool 12 tiene las mazorcas de mayor tamaño con un promedio de 17.28 cm, y la variedad que presento un menor tamaño de la mazorca fue la variedad V2-Algarrobal 102 con un tamaño promedio de la mazorca de 16.16 cm.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 3: Coimata, se presentan las mazorcas más grandes, con un promedio de 17.08 cm y las mazorcas más pequeñas se presentan en la localidad 4: Padcaya con un tamaño promedio de 16.17 cm.

Al respecto INIAF (2014), afirma que la longitud del choclo es un indicador de rendimiento ya que una de las principales formas de comercializar el choclo es a través de la clasificación por tamaño llegando a obtener choclos de primera, segunda y tercera categoría.

**Tabla 39 ANOVA: Longitud de las mazorcas al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADO S (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.612	0.306	0.22 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	55.56	1.916	1.38 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	10.76	2.151	1.55 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	9.89	2.473	1.79 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	34.91	1.746	1.26 NS	1.75	2.20
ERROR	58	80.292	1.384			
TOTAL	89	136.47	1.533			

Fuente Elaboración propia

El análisis de varianza para la longitud de las mazorcas aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para todas las fuentes de variación lo que indica que el tamaño de mazorcas para cada repetición y para cada localidad tienen un comportamiento similar.

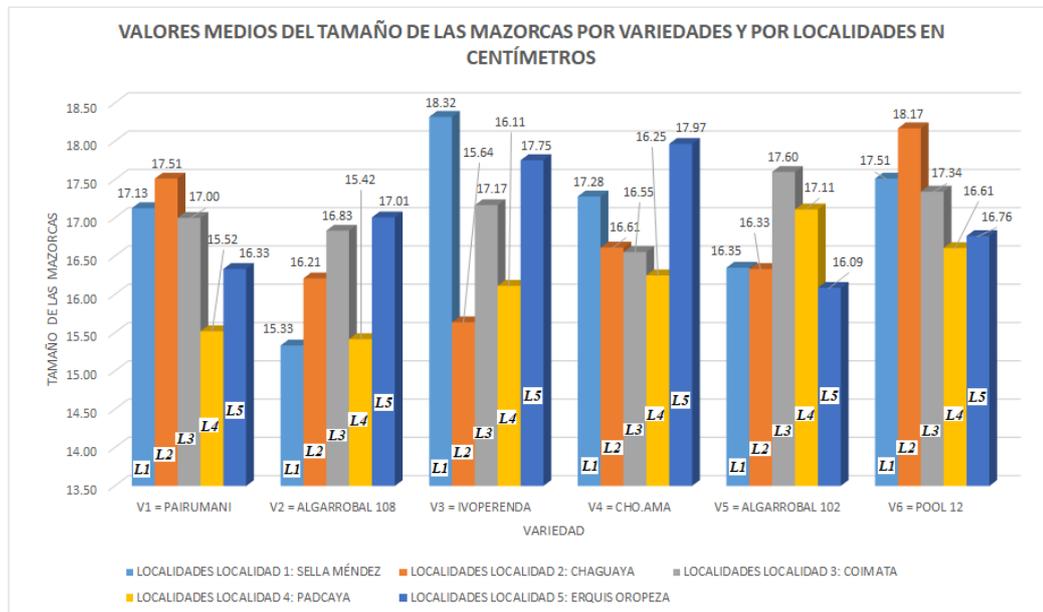
#### **C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{1.384}}{16.79} \right) * 100 = 7.01 \%$$

El CV = 7.01 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 7 valores medios del tamaño de las manzanas por variedad y por localidades en (cm)**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 7, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias del tamaño de las mazorcas por variedad: en este sentido la variedad V6 (Pool 12) en las L1, L2, L3 y L5, tiene mazorcas de mayor longitud con tamaños que varían 16.76 cm a 18.17 cm.

Estas características son altamente influenciadas por el estrés hídrico, además de estar relacionadas estrechamente con el rendimiento del cultivo.

No se aplicó la prueba de Duncan por que no se encontraron diferencias significativas.

### **3.9. DIÁMETRO DEL TALLO AL FINALIZAR EL PERIODO VEGETATIVO**

El diámetro del tallo del maíz es importante para la producción de forraje porque afecta el rendimiento y la resistencia al volcamiento.

**Tabla 40 Media del diámetro del tallo, Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	2.76	2.77	2.73	2.97	2.25	13.48	2.70
V2 = ALGARROBAL 108	2.61	2.83	2.78	2.24	2.64	13.10	2.62
V3 = IVOPERENDA	3.01	2.66	2.93	2.66	2.85	14.11	2.82
V4 = CHO.AMA	2.81	2.66	2.94	2.49	2.65	13.55	2.71
V5 = ALGARROBAL 102	2.84	3.08	2.69	2.85	2.72	14.18	2.84
V6 = POOL 12	2.85	2.85	2.67	2.47	2.88	13.72	2.74
SUMA LOCALIDADES	16.89	16.85	16.74	15.68	15.99	68.42	
MEDIAS	2.81	2.81	2.79	2.61	2.67		2.74

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (40), diámetro del tallo, el promedio general fue de 2,74 cm, donde la variedad V5-algarrobal 102 obtuvo el mayor diámetro con un promedio de 2.84 cm, y la variedad que presentó el menor diámetro en su tronco, fue la variedad V2-Algarrobal 108 con un promedio de 2.62 cm de diámetro.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 1 y 2: Sella Méndez y Chaguaya, se presentan un diámetro en el tallo de la planta de 2.81 cm y el diámetro menor se presentan en la localidad 4: Padcaya con un promedio de 2.61 cm de diámetro.

**Tabla 41 ANOVA: Diámetro del tallo al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.008	0.004	0.07 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	3.28	0.113	1.82 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	0.50	0.100	1.62 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	2.75	0.687	2.51 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	0.03	0.001	1.74 NS	1.75	2.20
ERROR	58	3.593	0.062			
TOTAL	89	6.88	0.077			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el diámetro del tallo, aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para todas las fuentes de variación lo que indica que el diámetro del tallo para cada repetición y para cada localidad tienen un comportamiento similar.

Según (Gandarillas. 2001 (tesis),) en su trabajo de investigación “comparación de 2 variedades de maíz forrajero (*Zea mays*) aplicando fertilización orgánica en el valle central de Tarija” demuestra que los diámetros de los tallos no presentan diferencias significativas por el efecto de dos niveles de estiércol bovino, de igual manera con las variedades de maíz forrajero V1 (compuesto 20) y V2 (IBTA)-Erquis-4), los promedios del diámetro de tallo alcanzan a V1 (compuesto. 20)= 1.48 cm y para la variedad V2 (IBTA -Erquis-4) con 1.58 cm.

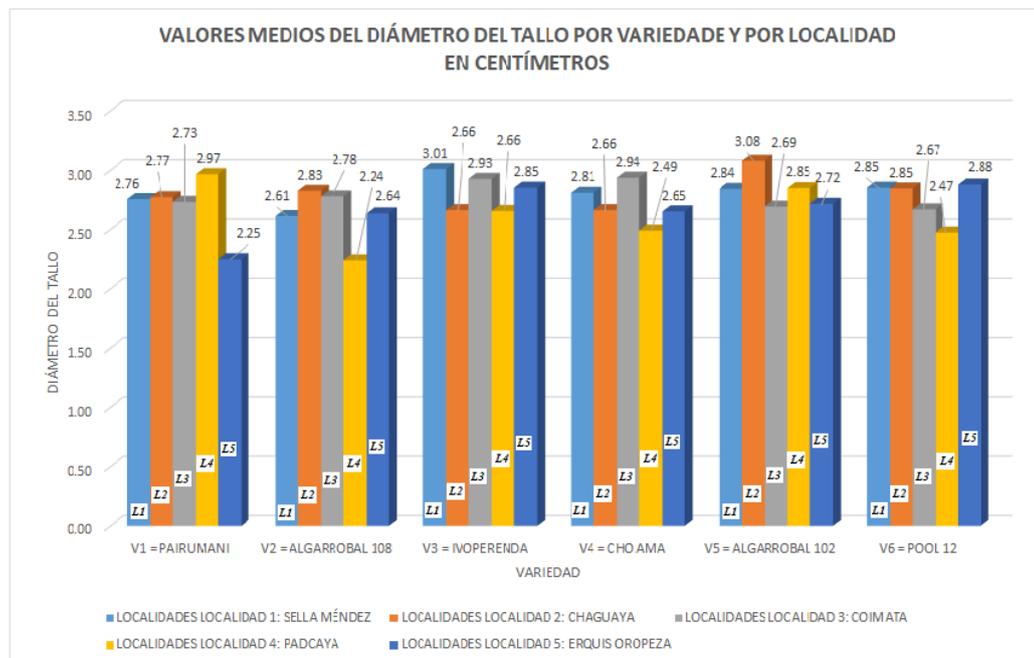
### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.062}}{2.74} \right) * 100 = 9.09 \%$$

El CV = 9.09 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 8 Valores medios del diámetro del tallo por variedad y por localidad en (cm)**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 8, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias del diámetro del tallo por variedad: en este sentido las 6 variedades en las 5 localidades, tiene un similar comportamiento con valores del diámetro del tallo que varían 2.62 a 2.84 cm.

No se aplicó la prueba de Duncan porque no se encontraron diferencias significativas.

### 3.10. RENDIMIENTO MATERIA VERDE

El rendimiento de forraje verde es importante para la producción de maíz forrajero porque permite estimar la producción total de forraje y planear la cosecha.

**Tabla 42 Media del rendimiento en verde del maíz, Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	58.18	60.24	60.56	63.21	60.16	302.36	60.47
V2 = ALGARROBAL 108	73.37	71.99	70.21	68.83	65.34	349.74	69.95
V3 = IVOPERENDA	61.29	58.57	61.47	71.35	69.78	322.46	64.49
V4 = CHO.AMA	72.51	69.34	67.48	75.87	73.18	358.38	71.68
V5 = ALGARROBAL 102	59.64	58.84	69.55	65.31	69.79	323.13	64.63
V6 = POOL 12	70.88	67.03	74.44	71.06	74.04	357.44	71.49
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>395.86</b>	<b>386.01</b>	<b>403.71</b>	<b>415.63</b>	<b>412.29</b>	<b>1656.05</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>65.98</b>	<b>64.34</b>	<b>67.29</b>	<b>69.27</b>	<b>68.71</b>		<b>67.12</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior (42), rendimiento en materia verde, el promedio general fue de 67.12 toneladas por hectárea, donde la variedad V4-Choclero Amarillo obtuvo el mayor rendimiento en verde con un promedio de 71.68 toneladas, y la variedad que presentó un menor rendimiento en verde fue la variedad V1-Pairumani con un promedio de 60.47 toneladas.

Los rendimientos por localidad establecen que la localidad 5: Erquis Oropeza, presentan los mejores rendimientos en verde, con un promedio de 68.71 toneladas y los menores rendimientos se presentan en la localidad 2: Chaguaya con un promedio de 64.34 toneladas.

Según Miranda M. (2020), el rendimiento de materia verde en t/ha, es de 73.73 t/ha considerándose el mayor rendimiento entre dos épocas de siembra y el menor rendimiento es de 58.54 t/ha en ambas épocas, con un promedio de los tratamientos es de 65,38 t/ha, datos casi similares a los alcanzados con el presente estudio.

Núñez et al. (2005) logro un rendimiento en verde de 71 t/ha, al cosechar cuando el grano presentó un estado “pastoso”. Peña et al. (2008) con el híbrido H-376 INIFAP, en parcelas de validación, produjeron de 78 a 91 t/ha.

Pineda en 1994 y Gutiérrez en 1996, indican que dependiendo de la fertilidad de los suelos y el manejo que recibe el cultivo, los rendimientos en materia verde a nivel nacional, oscilan entre 40 y 60 t/ha cuando se trata de planta entera.

El maíz forrajero debe cosecharse antes de que el grano madure completamente, puede llegar a rendir entre 40 y 60 toneladas por hectárea de forraje. F LATOURNERIE, M. L. 1994.

**Tabla 43 ANOVA: para el rendimiento en verde al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULAD A	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	13.570	6.785	2.20 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	2687.18	92.661	29.98**	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	1577.52	315.504	102.07**	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	292.73	73.181	23.67**	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	816.93	40.847	13.21**	1.75	2.20
ERROR	58	179.286	3.091			
TOTAL	89	2880.04	32.360			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el rendimiento en verde de las 6 variedades de maíz, aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados establecemos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que el rendimiento en materia verde para las variedades de maíz, en cada repetición tienen un comportamiento similar, aunque para la localidad 5: los rendimientos sean mayores, de igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % ( $29.98 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), también existen diferencias altamente significativas ya que la F tabulada al 1% y 5% son menores que la F calculada ( $102.07 > 2.37$  y  $3.34$ ), para el factor B (Localidades)  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $23.67 > 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  ( $13.21 > 1.75$  y  $2.20$ ) con diferencias altamente significativas.

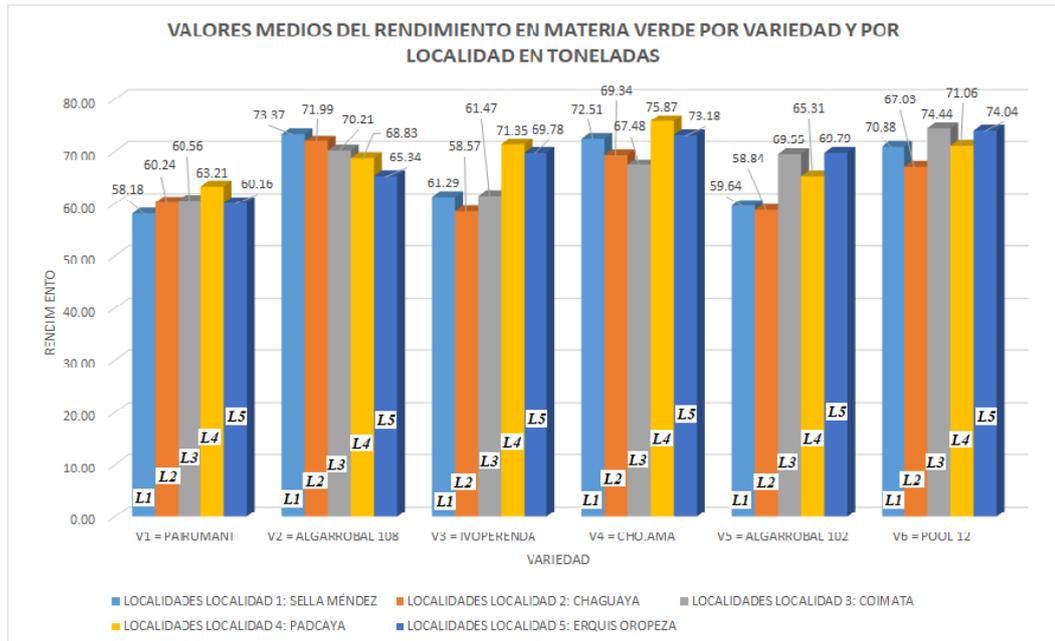
**C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{3.09}}{67.12} \right) * 100 = 2.62 \%$$

El CV = 2.62 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 9 Valores medios del rendimiento en la materia verde por variedad y localidad en (Tn)**



Fuente. Elaboración Propia

En la gráfica 9, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta el rendimiento en verde de las plantas por variedad: en este sentido la variedad todas las variedades tienen similar comportamiento en las 5 localidades de evaluación, con un rendimiento que varía dentro de un rango 60.47 a 71.68 toneladas por hectárea de materia verde.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 44 Prueba de Duncan del factor A (Rendimiento en materia verde/Varietades de Maíz). Análisis al 1 % de probabilidad**

	2	3	4	5	6	6
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>ĥ</sub></b>	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
<b>LS</b>	1.56	1.62	1.67	1.71	1.73	1.75

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45 Diferencia entre variedades**

		V3	V5	V6	V2	V1	V4
		60.47	64.49	64.63	69.95	71.49	71.68
V4	71.68	11.21**	7.19**	7.05**	1.73*	0.19	0.00
V1	71.49	11.02**	7.00**	6.86**	1.54	0.00	
V2	69.95	9.48**	5.46**	5.32**	0.00		
V6	64.63	4.16*	0.14	0.00			
V5	64.49	4.02*	0.00				
V3	60.47	0.00					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 46 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable rendimiento en materia verde.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V4	71.68	A
V1	71.49	A
V2	69.45	AB
V6	64.63	B
V5	64.49	B
V3	60.47	C

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, agrupamos los valores medios en 4 grupos con diferencias significativas, donde la variedad V4 y V1 están en el primer grupo (A), con rendimientos en materia verde de 71.68 y 71.49 toneladas, seguido del segundo grupo (AB), donde se encuentra la variedad V2 con 69.45 toneladas, a continuación,

las variedades V6 y V5 se encuentran el grupo 3 (B) con rendimientos en materia verde de 64.63 y 64.49 toneladas respectivamente, y el grupo 4 (C), compuesto por la variedad V4 con un rendimiento de 60.47 toneladas.

**Tabla 47 Prueba de Duncan del factor B (rendimiento en materia verde/Localidades). Análisis al 1 % de probabilidad**

	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17
<b>S<sub>x̄</sub></b>	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
<b>LS</b>	1.71	1.78	1.83	1.87	1.89

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48 Diferencia entre localidades**

		<b>L2</b>	<b>L4</b>	<b>L1</b>	<b>L5</b>	<b>L3</b>
		<b>64.34</b>	<b>65.98</b>	<b>67.29</b>	<b>68.71</b>	<b>69.27</b>
<b>L3</b>	<b>69.27</b>	<b>4.93**</b>	<b>3.29**</b>	<b>1.9*</b>	0.56	0.00
<b>L5</b>	<b>68.71</b>	<b>4.37**</b>	<b>2.73*</b>	1.42	0.00	
<b>L1</b>	<b>67.29</b>	<b>2.95*</b>	1.31	0.00		
<b>L4</b>	<b>65.98</b>	1.64	0.00			
<b>L2</b>	<b>64.34</b>	0.00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable rendimiento de materia verde**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>L3</b>	69.27	A
<b>L5</b>	68.71	A
<b>L1</b>	67.29	B
<b>L4</b>	65.98	C
<b>L2</b>	64.34	C

Fuente: elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que la localidad L3 y localidad L5 son estadísticamente similares, presenta el mayor rendimiento en materia verde con 69.27 toneladas y la localidad L5 con un rendimiento de 68.71 toneladas, los cuales

son agrupados en el primer grupo (A) que presentan diferencias altamente significativas, con la localidad L1 pertenece al grupo (B) con diferencias significativas y un rendimiento de 67.29 toneladas, a continuación, las localidades L4 y L2 se agrupan en el tercer grupo (C) con rendimientos de 65.98 y 64.34 toneladas de materia verde.

Según Miranda (2020) en su trabajo de investigación (tesis) “Respuesta de dos variedades de maíz forrajero en dos épocas de siembra, con tres niveles de fertilización inorgánica” observa que el rendimiento en materia verde, en ambas épocas de siembra fluctúa entre 58.54 a 73.73 toneladas por hectárea.

### 3.11. RENDIMIENTO MATERIA SECA

El rendimiento de materia seca (MS) es importante para la producción de maíz forrajero porque determina la cantidad de alimento disponible para el ganado.

**Tabla 50 Media del rendimiento de materia seca Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	21.12	21.44	23.65	23.62	23.32	113.16	22.63
V2 = ALGARROBAL 108	26.56	25.92	23.83	24.09	24.54	124.94	24.99
V3 = IVOPERENDA	22.08	21.12	24.75	24.16	23.50	115.61	23.12
V4 = CHO.AMA	26.24	24.96	24.65	24.25	22.95	123.05	24.61
V5 = ALGARROBAL 102	21.44	21.08	23.23	23.76	23.98	113.49	22.70
V6 = POOL 12	25.60	25.01	23.62	24.29	24.45	122.96	24.59
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>143.04</b>	<b>139.53</b>	<b>143.73</b>	<b>144.17</b>	<b>142.74</b>	<b>590.25</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>23.84</b>	<b>23.26</b>	<b>23.96</b>	<b>24.03</b>	<b>23.79</b>		<b>23.77</b>

Observando la tabla (50), el rendimiento en materia seca promedio fue de 23,77 toneladas, donde la variedad V2-Algarrobal 108 obtuvo el mayor rendimiento en materia seca con un promedio de 24.99 toneladas por hectárea, y la variedad que presento un menor rendimiento fue la variedad V1-Pairumani con un promedio de 22.63 toneladas.

De igual forma los rendimientos en materia seca por localidad establecen que en la localidad 4: Padcaya, presentan los mayores rendimientos en materia seca con un promedio de 24.03 toneladas y el menor rendimiento se presentan en la localidad 2: Chaguaya con promedio de la planta de 23.26 toneladas por hectárea.

Miranda M (2020), en su trabajo de investigación, obtiene un rendimiento medio en materia seca de 23,55 t/ha, el rendimiento de materia seca más alto de 26.56 t/ha

y el rendimiento más bajo de 21.08 t/ha. rendimientos que no difieren significativamente, con los datos obtenidos en el presente estudio.

Según (Cofre y Soto, 1996), afirman que el maíz híbrido contiene al menos de (30% a 35%) de materia seca. En un estudio de rendimiento de cuatro híbridos; se obtuvo un rendimiento de materia seca/ha de 15,7 t/ha, con un mínimo de 12 t/ha. Ensilaje en él, (1990).

**Tabla 51 ANOVA: Rendimiento de materia seca al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	0.339	0.170	0.20 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	194.07	6.692	7.72**	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	85.95	17.190	19.84**	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	6.68	1.671	1.93 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	101.43	5.072	5.85**	1.75	2.20
ERROR	58	50.257	0.866			
TOTAL	89	244.66	2.749			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el rendimiento en materia seca, aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados se establece que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que los rendimientos en materia seca para cada repetición tienen un comportamiento similar, aunque para la localidad 4, los rendimientos sean mayores, de igual forma el ANAVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde  $F_{calculado}$  es mayor que  $F_{tabulado}$  al 5% y 1% ( $7.72 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), existen diferencias altamente significativas ya que la  $F_{calculado}$  al 1% y 5% de probabilidad es mayor que la  $F_{tabulado}$  ( $19.84 > 2.37$  y  $3.34$ ), para el factor B (Localidades)  $F_{Calculada} < F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $1.93 < 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  ( $5.85 > 1.75$  y  $2.20$ ) con diferencias significativas.

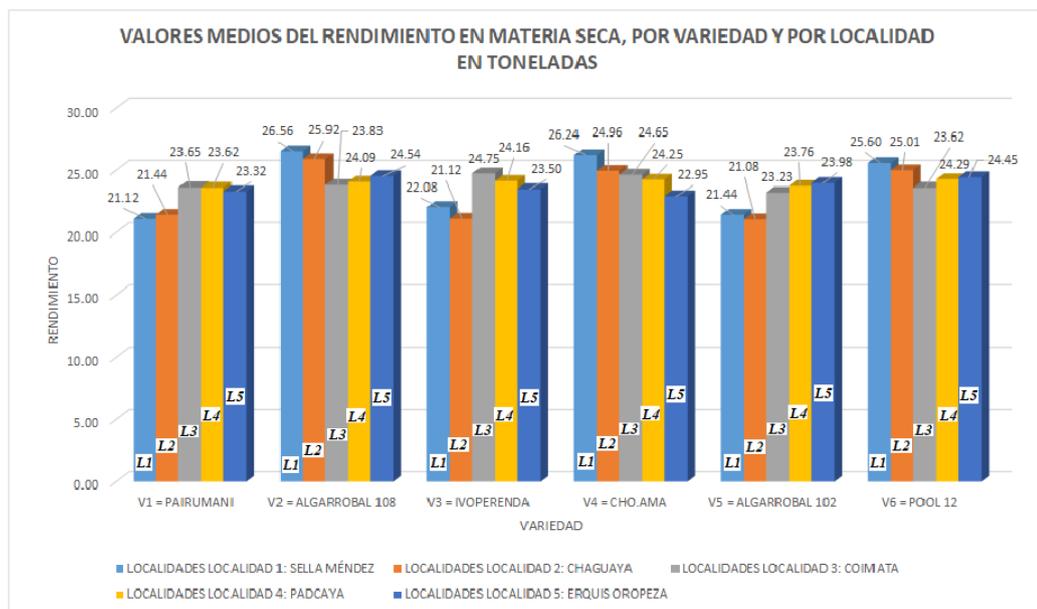
#### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{0.866}}{23.77} \right) * 100 = 3.92 \%$$

El CV = 3.92 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 10 Valores medios del rendimiento en materia seca por variedad y por localidad en (Tn)**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 10, se muestra los rendimientos medios de materia seca que existen entre las localidades y por variedad: en este sentido la variedad V2 (Algarrobal 108) y la V6 (Choclero amarillo) en las 5 localidades, tiene el mayor rendimiento en materia seca con 24.99 y 24.61 toneladas por hectárea. En forma general los rendimientos en materia seca varían 22,63 a 24.99 toneladas por hectárea.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 52 Prueba de Duncan del factor A (rendimiento en materia seca/Varietades de Maíz). Análisis al 1 % de probabilidad**

	2	3	4	5	6	6
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>x̄</sub></b>	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
<b>LS</b>	0.82	0.86	0.88	0.90	0.91	0.93

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 53 Diferencia entre variedades**

		V3	V5	V6	V2	V1	V4
		22.63	22.70	23.12	24.59	24.61	24.99
V4	24.99	2.36**	2.29**	1.87*	0.40	0.38	0.00
V1	24.61	1.98*	1.91*	1.49*	0.02	0.00	
V2	24.59	1.96*	1.89*	1.47*	0.00		
V6	23.12	0.49	0.42	0.00			
V5	22.70	0.07	0.00				
V3	22.63	0.00					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 54 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable rendimiento en materia seca.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V4	24.89	A
V1	24.61	A
V2	24.59	AB
V6	23.12	B
V5	22.70	C
V3	22.63	C

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, los rendimientos en materia seca de las diferentes variedades se agrupan en 4 grupos, los cuales presentan diferencia altamente significativa, la variedad V4 y V1 se agrupan en el primer grupo (A), y presentan los mejores rendimientos con 24.89 y 24.61 toneladas de materia seca, la variedad

V2 está en el segundo grupo (AB) con un rendimiento de 24.59 toneladas de materia seca, en el tercer grupo (B) está la variedad V6 con un rendimiento de 23.12 toneladas de materia seca, finalmente en el grupo cuatro se encuentran las variedades V5 y V3 con 22.70 y 22.63 toneladas de materia seca, siendo los rendimientos más bajo.

### 3.12. NÚMERO DE DIAS A LA COSECHA

El tiempo que tarda en cosecharse el maíz forrajero depende de la variedad y del clima, y es importante para obtener una buena producción.

**Tabla 55 Media de los días a la cosecha, Interacción variedad / localidad**

VARIEDAD	LOCALIDADES					SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	LOCALIDAD 3: COIMATA	LOCALIDAD 4: PADCAYA	LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA		
V1 = PAIRUMANI	117	115	120	118	119	589.00	117.80
V2 = ALGARROBAL 108	117	117	121	120	117	593.00	118.60
V3 = IVOPERENDA	119	116	119	118	119	591.33	118.27
V4 = CHO.AMA	121	117	114	119	118	589.00	117.80
V5 = ALGARROBAL 102	119	120	117	119	118	592.67	118.53
V6 = POOL 12	120	120	121	121	119	600.33	120.07
<b>SUMA LOCALIDADES</b>	<b>713.00</b>	<b>704.67</b>	<b>712.33</b>	<b>715.00</b>	<b>710.33</b>	<b>2955.00</b>	
<b>MEDIAS</b>	<b>118.83</b>	<b>117.44</b>	<b>118.72</b>	<b>119.17</b>	<b>118.39</b>		<b>118.51</b>

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior (55), los valores medios de los días a la cosecha fueron de 118.51 días, donde la variedad V6-Pool 12 se constituye en la más tardía con un promedio de 120.07 días a la cosecha, y las variedades más precoces fueron las variedades V1 Pairumani y V4 Choclero Amarillo con un promedio de 117.80 días a la cosecha.

De igual forma los datos por localidad establecen que en la localidad 4: Padcaya, se presentan las variedades de ciclo más largo con un promedio de 119.17 días a la cosecha y las precoces se presentan en la localidad 2: Chaguaya con un promedio de 117.44 días a la cosecha.

**Tabla 56 ANOVA: de días a la cosecha al 5 % y 1% de probabilidad**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
BLOQUES	2	4.689	2.344	0.64 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	29	261.82	9.028	2.45*	1.65	2.03
FACTOR "A"	5	52.49	10.498	2.85 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	4	31.16	7.789	1.44 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	20	178.18	8.909	2.4*	1.75	2.20
ERROR	58	213.978	3.689			
TOTAL	89	480.49	5.399			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de días a la cosecha aplicado para el factor B (localidades) y factor A (Variedades), de acuerdo a los resultados se establece que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que los días a la cosecha para cada repetición tienen un comportamiento similar, el ANOVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % ( $2.45 > 1.65$  y  $2.03$ ), para el factor A (Variedades), no existen diferencias significativas ya que la F tabulada al 1% es mayor que la F calculada ( $2.85 < 3.34$ ), para el factor B (Localidades)  $F_{Calculada} < F_{tabulada}$  al 1 y 5% de probabilidad ( $1.44 < 2.53$  y  $3.65$ ) y para la interacción (AB) entre los dos factores la  $F_{Calculada} > F_{tabulada}$  ( $2.40 > 1.75$  y  $2.20$ ) con diferencias significativas.

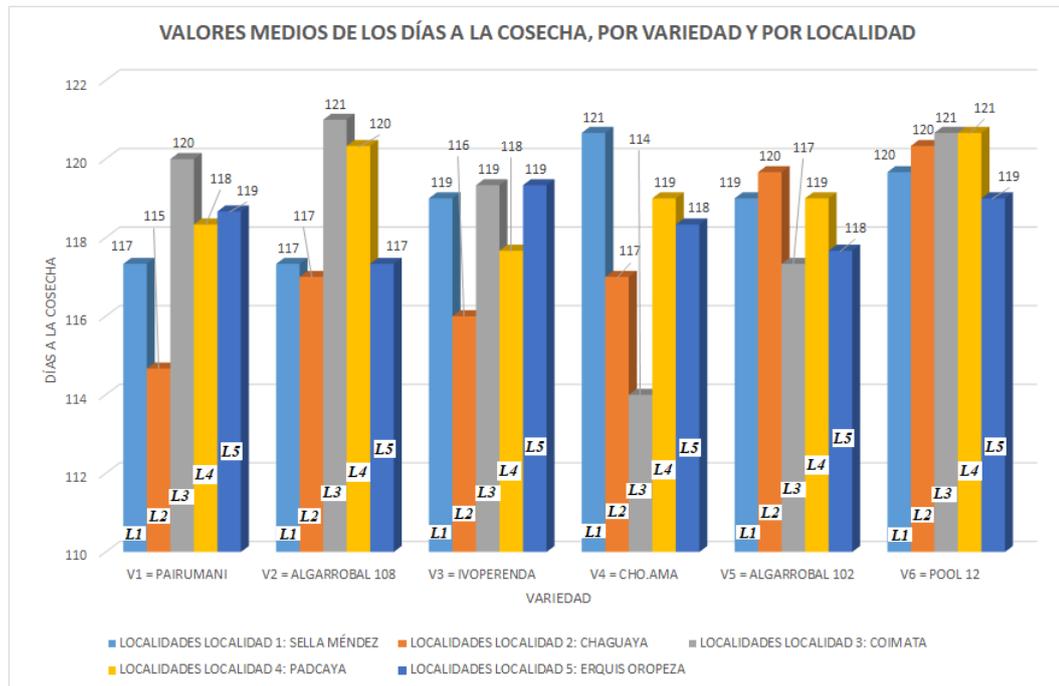
### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{3.689}}{118.51} \right) * 100 = 1.62 \%$$

El CV = 1,62 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado ( $CV < 50$ ), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

**Grafica 11 valores medios de los días a la cosecha, por variedad y por localidad**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 11, se muestra las diferencias que existen entre las localidades, tomando en cuenta las medias de los días a la cosecha por variedad; tenemos que la variedad V6 (Pool 12) en las 5 localidades, tiene una menor precocidad con un intervalo de 121 a 119 días a la cosecha. En forma general los días a la cosecha varían de 117 a 121 días.

Aplicando la prueba de Duncan podemos establecer lo siguiente

**Tabla 57 Prueba de Duncan del factor A (días a la cosecha/Variedades de Maíz). Análisis al 1 % de probabilidad**

	2	3	4	5	6	6
<b>q</b>	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
<b>S<sub>x̄</sub></b>	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
<b>LS</b>	1.70	1.77	1.82	1.87	1.89	1.92

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 58 Diferencia entre variedades**

		V3	V5	V6	V2	V1	V4
		117.80	117.80	118.27	118.53	118.60	120.07
V4	120.07	2.27*	2.27*	1.80	1.54	1.47	0.00
V1	118.60	0.80	0.80	0.33	0.07	0.00	
V2	118.53	0.73	0.73	0.26	0.00		
V6	118.27	0.47	0.47	0.00			
V5	117.80	0.00	0.00				
V3	117.80	0.00					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 59 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la variable días a la cosecha.**

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V4	120.07	A
V1	118.60	A
V2	118.53	A
V6	118.27	A
V5	117.80	B
V3	117.80	B

Fuente Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, muestra que las variedades V4, V, V2 y V6. presenta la mayor precocidad en un rango de 120 a 118 días a la cosecha, por lo cual se las agrupa en el primer grupo (A), seguido de las variedades V5 y V3 son más precoces con 117 días a la cosecha.

### **3.13. CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE PRODUCIDO POR CADA VARIEDAD EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES.**

La calidad nutritiva del maíz forrajero es importante porque afecta la salud y el rendimiento de los animales. Un forraje de buena calidad promueve un adecuado funcionamiento digestivo y previene trastornos metabólicos.

Un análisis bromatológico del maíz forrajero determina su contenido nutricional, como la proteína, la fibra, la energía, el calcio y el fósforo.

Partiendo de las muestras enviadas al laboratorio donde se analizaron bromatológicamente los porcentajes de humedad, cenizas, materia seca, proteína, Fibra bruta de la materia verde de las 6 variedades de maíz estudiado en las 5 localidades, los datos se detallan a continuación.

**Tabla 60 Valores de los indicadores bromatológicos analizados en las variedades forrajeras en estudio**

INDICADORES	VARIEDADES DE MAÍZ					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Humedad (%)	79.79	66.06	71.71	74.78	73.56	66.79
Cenizas (%)	4.44	4.12	6.88	6.58	6.89	5.00
Materia Seca (%)	20.21	33.94	28.29	40.22	26.44	33.21
Sólidos Volátiles (%)	94.99	95.88	93.12	95.56	93.11	95.00
Proteína Total (%)	5.40	6.10	5.50	7.20	6.30	5.30
Materia Grasa (%)	4.20	4.90	4.80	5.90	5.05	4.10
Fibra Bruta (%)	19.20	21.40	18.70	20.10	19.90	18.30
Carbohidratos (%)	66.19	63.48	62.72	63.76	61.86	67.30
Valor Energético (kcal/100 gr)	324.17	322.04	316.08	336.92	318.09	327.29

Fuente: Elaboración propia

La tabla, establece que la variedad V4 (Choclero amarillo), tiene los valores nutricionales más altos, seguidos de la variedad V5 (Algarrobal 102), sin establecer diferencias grandes entre cada una de las variedades y sus valores nutricionales

**Tabla 61 Valores de los indicadores bromatológicos de alimentos establecidos**

INDICADORES	TIPOS DE ALIMENTOS PARA COMPARACIÓN				
	SORGO + MAÍZ	SILO BOLSA (45 Días)	SILO BOLSA (90 Días)	SILO BOLSA + UREA (90 Días)	MAÍZ ALGARROBAL 108 (Rancho Sur)
Humedad (%)	71.16	76.22	77.35	71.75	66.37
Cenizas (%)	7.71	4.86	6.39	5.42	7.38
Materia Seca (%)	28.84	23.78	22.65	28.25	33.63
Sólidos Volátiles (%)	92.29	95.14	93.61	94.58	92.62
Proteína Total (%)	5.80	11.14	12.93	14.55	6.74
Materia Grasa (%)	4.10	3.90	2.70	3.30	4.50
Fibra Bruta (%)	24.00	22.00	19.00	20.00	23.00
Carbohidratos (%)	58.39	58.1	58.99	56.73	58.37
Valor Energético (kcal/100 gr)	293.65	312.07	311.95	314.82	300.96

Fuente: INIAF, 2024

En la tabla 61, se establecen los valores nutricionales de ensilados y variedades de maíz ya probados y analizados en otros estudios por el INIAF, dentro de los cuales resaltan por su valor nutricional Silo Bolsa de 90 días de maduración y el valor nutricional del maíz Algarrobal 108 producidos en la comunidad de Rancho Sur, municipio de San Lorenzo, valores que servirán para su comparación con las variedades de mayor calidad nutricional identificadas en el presente estudio.

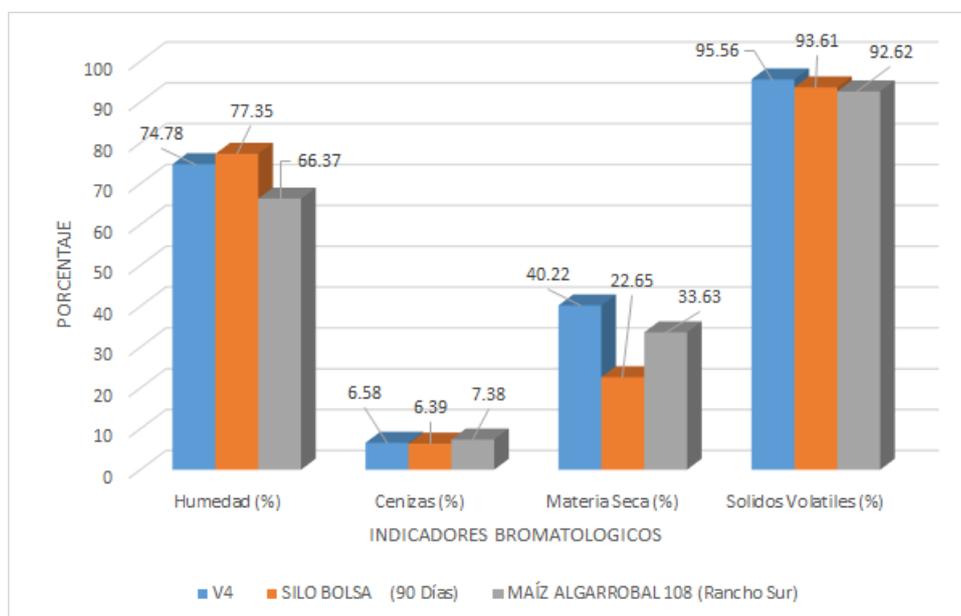
**Tabla 62 Comparación de los Valores bromatológicos de alimentos establecidos**

<b>INDICADORES BROMATOLÓGICOS</b>	<b>V4</b>	<b>SILO BOLSA (90 Días)</b>	<b>MAÍZ ALGARROBAL 108 (Rancho Sur)</b>
Humedad (%)	74.78	77.35	66.37
Cenizas (%)	6.58	6.39	7.38
Materia Seca (%)	40.22	22.65	33.63
Solidos Volatiles (%)	95.56	93.61	92.62

Fuente. Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 62, los valores indicadores físicos de calidad de la variedad V4 (Choclero amarillo), son mayores a los otros dos productos, lo cual se establece de forma práctica en la Grafica 12.

**Grafica 12 Comparación de los Indicadores bromatológicos de calidad**



Fuente: Elaboración propia

La calidad del ensilaje de maíz está determinada por el contenido de energía y el potencial de consumo, como así también por las proteínas y minerales que contenga. De acuerdo a su digestibilidad lo ubica en una clasificación relativa media (55-70%). Se destaca además que referenciado con la clasificación de calidad de los pastos se encuentra en una clasificación segunda (47-53%).

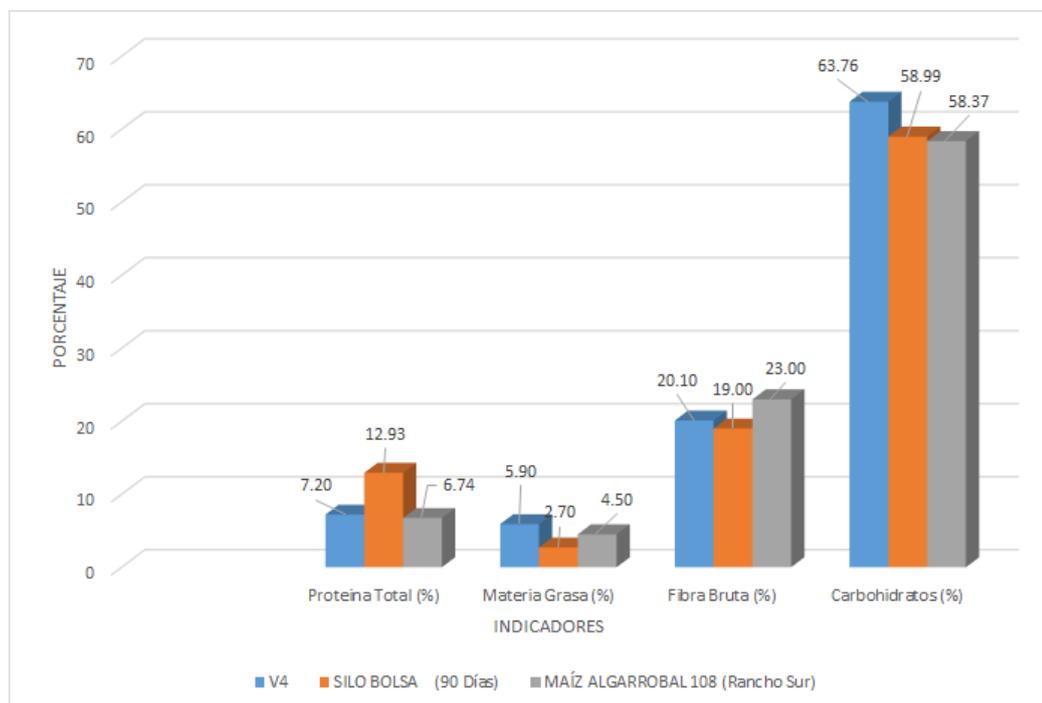
**Tabla 63 Comparación de los Valores del contenido nutricional de la variedad y los de ensilados y variedades estudiadas**

INDICADORES	V4	SILO BOLSA (90 Días)	MAÍZ ALGARROBAL 108 (Rancho Sur)
Proteína Total (%)	7.20	12.93	6.74
Materia Grasa (%)	5.90	2.70	4.50
Fibra Bruta (%)	20.10	19.00	23.00
Carbohidratos (%)	63.76	58.99	58.37

Fuente: Elaboración propia

En calidad de forraje, el contenido de proteína cruda (PC) de la variedad V4 fue superior a los otros tipos de alimentos estudiados para su comparación de acuerdo con la evaluación. La calidad de forraje evaluado en las 5 comunidades se considera aceptable, debido sobre todo a su contenido de PT, en la siguiente grafica se establece con mayor calidad esta diferencia.

**Grafica 13 Comparación de los Valores del contenido nutricional de la variedad y los de ensilados y variedades estudiadas**



Fuente: Elaboración propia

### 3.13. ANALISIS ECONOMICO B/C

El cálculo del beneficio/costo (B/C) es importante en la producción de maíz forrajero para tomar decisiones de inversión y optimizar el uso de recursos.

Permite comparar la productividad y el costo de las diferentes variedades. De acuerdo al análisis de beneficio costo se tiene que:

**Tabla 64 Costos, ingresos y beneficio costo de las variedades de maíz establecidas en las 5 comunidades**

LOCALIDADES	VARIDADES DE MAÍZ	TRATAMIENTOS	PRODUCCION t/ha	VALOR POR TONELADA EN Bs.	INGRESO NETO (BS)/ha	COSTO DE PRODUCCION /ha EN Bs.	R:B/C
LOCALIDAD 1: SELLA MÉNDEZ	V1 = PAIRUMANI	T1	58.18	230	13380.63	8670	1.54
	V2 = ALGARROBAL 108	T2	73.37	230	16874.33	8970	1.88
	V3 = IVOPERENDA	T3	61.29	230	14095.93	8370	1.68
	V4 = CHO.AMA	T4	72.51	230	16677.30	9320	1.79
	V5 = ALGARROBAL 102	T5	59.64	230	13717.97	8140	1.69
	V6 = POOL 12	T6	70.88	230	16301.63	8610	1.89
LOCALIDAD 2: CHAGUAYA	V1 = PAIRUMANI	T7	60.24	230	13855.97	8670	1.60
	V2 = ALGARROBAL 108	T8	71.99	230	16558.47	8970	1.85
	V3 = IVOPERENDA	T9	58.57	230	13470.33	8370	1.61
	V4 = CHO.AMA	T10	69.34	230	15948.97	9320	1.71
	V5 = ALGARROBAL 102	T11	58.84	230	13532.43	8140	1.66
	V6 = POOL 12	T12	67.03	230	15416.13	8610	1.79
LOCALIDAD 3: COIMATA	V1 = PAIRUMANI	T13	60.56	230	13929.57	8670	1.61
	V2 = ALGARROBAL 108	T14	70.21	230	16149.07	8970	1.80
	V3 = IVOPERENDA	T15	61.47	230	14138.87	8370	1.69
	V4 = CHO.AMA	T16	67.48	230	15519.63	9320	1.67
	V5 = ALGARROBAL 102	T17	69.55	230	15995.73	8140	1.97
	V6 = POOL 12	T18	74.44	230	17120.43	8610	<b>1.99</b>
LOCALIDAD 4: PADCAYA	V1 = PAIRUMANI	T19	63.21	230	14539.07	8670	1.68
	V2 = ALGARROBAL 108	T20	68.83	230	15830.13	8970	1.76
	V3 = IVOPERENDA	T21	71.35	230	16411.27	8370	1.96
	V4 = CHO.AMA	T22	75.87	230	17449.33	9320	1.87
	V5 = ALGARROBAL 102	T23	65.31	230	15020.53	8140	1.85
	V6 = POOL 12	T24	71.06	230	16344.57	8610	1.90
LOCALIDAD 5: ERQUIS OROPEZA	V1 = PAIRUMANI	T25	60.16	230	13836.80	8670	1.60
	V2 = ALGARROBAL 108	T26	65.34	230	15027.43	8970	1.68
	V3 = IVOPERENDA	T27	69.78	230	16048.63	8370	1.92
	V4 = CHO.AMA	T28	73.18	230	16831.40	9320	1.81
	V5 = ALGARROBAL 102	T29	69.79	230	16052.47	8140	1.97
	V6 = POOL 12	T30	74.04	230	17029.20	8610	1.98
			<b>2013.50</b>	<b>6900.00</b>	<b>463104.23</b>	<b>260400.00</b>	<b>53.37</b>
			<b>67.12</b>	<b>230.00</b>	<b>15436.81</b>	<b>8680.00</b>	<b>1.78</b>

En la tabla 64 se observa en el análisis económico de forma general se tiene un beneficio/costo de 1,78, los cual se considera favorable para la investigación, de igual forma el T18 (L3V6), con una producción de 74,44 t/ha es el tratamiento más rentable y su relación B/C es de 1.99 bs.; posteriormente el segundo más rentable

es el T30 (L5V6), con una relación B/C de 1.98 bs; y por último el tratamiento de menor rentabilidad es el T1 (L1V1), con una relación B/C de 1,54 bs.

## **CAPITULO IV**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- El maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar de a 2.50 m de altura, como valor medio, dentro de las variables estudiadas con el presente estudio, se analizó la altura obteniéndose un valor medio de 2,89 metros, en las 5 localidades estudiadas, donde la variedad V1 (Pairumani), registro la mayor altura con un promedio de 3,04 metros, y la variedad con menor altura fue la variedad V6-Pool 12 con un promedio de 2,73 metros. Al desarrollo de las plantas en cada localidad, se determinó que en Erquis Oropeza (L5), se presentan las plantas más altas con un promedio de 3,18 m y las alturas y en la localidad de Chaguaya (L2) las plantas son de menor tamaño una altura promedio de 2,40 m.
- Otro de los aspectos importantes a tomar en cuenta para el rendimiento en materia verde fue el ancho de la lámina foliar, la cual presenta en promedio un ancho de 9.16 cm, sobresaliendo la variedad V1 (Pairumani), cuyas hojas son más anchas con un promedio de 9.75 cm, y la variedad con hojas menos anchas fue la variedad V6- (Pool 12) con un promedio de 8.77 cm. el maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, cuyas hojas pueden ser anchas con un valor promedio de 9.75 cm., puede llevar de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho). De igual forma se llegó a establecer que el promedio general del largo de las hojas fue de 0.95 metros, y la variedad V4 (Choclero Amarillo) tiene las hojas más largas con un promedio de 1,11 metros de largo, y la variedad que presento el menor tamaño de la hoja fue la variedad V3 (Ivoperenda) con un promedio de 0.88 metros.
- En cuanto a los días a floración las diferentes variedades presentan un valor medio de 99 días a la floración femenina, donde la variedad Choclero Amarillo, es la variedad más precoz con un promedio a la floración de 99 días, y la variedad más tardía fue la variedad Algarrobal 102 con un promedio de 100 días a la floración, esta variable es importante tomar en cuenta ya que es la que establece la precocidad de las variedades, y que es un factor importante para determinar el rendimiento en grano en el maíz.

- El número de mazorcas por planta, fue de 3 mazorcas valor medio, donde la variedad Algarrobal 108 y Pool 12 registraron el mayor número de mazorcas con un promedio de 3 mazorcas por planta y la variedad Ivoperenda presento un menor número de mazorcas por planta con un promedio de 2 mazorcas por planta, este es un factor determinante en el rendimiento en materia verde e influye de forma directa en la calidad del forraje.
- Otro aspecto importante que influye en el rendimiento de materia verde es la longitud de la mazorca, y en el estudio se determinó que el promedio del tamaño de la mazorca fue de 16.79 cm, variando la longitud de la mazorca en un rango de 16.16 a 17.28 cm. la longitud de la
- En el presente estudio el rendimiento en materia verde, en promedio fue de 67.12 toneladas por hectárea, donde la variedad Choclero Amarillo obtuvo el mayor rendimiento en verde con un promedio de 71.68 toneladas, y la variedad Pairumani que presento un menor rendimiento con un promedio de 60.47 toneladas, lo cual demuestra el potencial de estas variedades para la producción de forraje.
- En cuanto al rendimiento en materia seca el promedio fue de 23,77 toneladas por hectárea, donde la variedad Algarrobal 108 obtuvo un rendimiento de 24.99 toneladas por hectárea, y la variedad Pairumani presento un menor rendimiento con un promedio de 22.63 toneladas.
- La calidad de forraje evaluado en las 5 comunidades se considera aceptable, debido sobre todo a su contenido de PT (7.20%), de la variedad V4 fue superior a la del maíz algarrobal 108 producido en Rancho Sur, municipio de San Lorenzo, de igual forma el porcentaje de Materia Grasa (5,90%) fue superior a el silo bolsa (90 días) y al maíz algarrobal 108, en cuanto a carbohidratos (63.76), estos fueron superiores a los productos de comparación, por lo cual la calidad del forraje evaluado en las 5 comunidades se considera de buena calidad.
- El análisis económico determina de forma general que se tiene un beneficio/costo de 1.78, los cual se considera favorable en la generación de beneficios, el T18 (L3V6), con una producción de 74,44 t/ha es el tratamiento más rentable y su relación B/C es de 1.99 bs.; el segundo más rentable es el T30 (L5V6), con una relación B/C de 1.98 bs; y por último el tratamiento de menor

rentabilidad es el T1 (L1V1), con una relación B/C de 1,54 bs. aunque los datos no incluyen cifras de costo directamente, los resultados sobre el rendimiento en biomasa y las características agronómicas (como altura de planta y mazorca) pueden correlacionarse con el beneficio económico esperado en cada localidad.

- El estudio muestra que el rendimiento de las variedades de maíz forrajero varía significativamente según la localidad y que existe una fuerte interacción entre genotipo y ambiente. Algunas variedades, como PAIRUMANI (V1) y CHOC. AMARILLO (V4), tienen un desempeño más consistente, destacándose en altura de planta, ancho y largo de hojas, así como altura de mazorca. Esto proporciona una base sólida para seleccionar variedades adecuadas a las condiciones locales, optimizando la productividad y el retorno económico.

#### **4.2.- RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la variedad V1 (PAIRUMANI) en localidades con condiciones óptimas para maximizar la altura de planta y ancho de hoja, de manera que permita mejorar el rendimiento en materia verde, constituyéndose en un material promisorio para las condiciones agrometeorológicas del departamento.
- Optimización de prácticas de manejo según localidad, considerando las interacciones entre localidad y las variedades, adaptar para cada piso ecológico, priorizando las prácticas agronómicas adecuadas, que permitan maximizar el rendimiento tanto en materia verde como materia seca y obtener un forraje de alta calidad.