

I. INTRODUCCIÓN

El Maíz (*Zea mays* L.) es una especie ampliamente conocida y difundida a nivel mundial debido a su gran adaptabilidad a diversos climas y suelos, siendo el cereal de mayor producción en el mundo cuyos mayores productores son EEUU y China con el 37% y 21% respectivamente de la producción global, es por ello que el avance de la tecnología en genética, maquinaria, productos sanitarios, etc. son destinados en gran medida a este cultivo.

Si bien la mejora genética ha generado buenos resultados en cuanto a una mejor adaptabilidad, resistencia a herbicidas, mejor control de plagas facilitando su manejo y con ello un notable aumento de producción. Sin embargo, también existen evidencias de que se ha dejado de lado otros aspectos muy importantes, entre ellos la pérdida de variedades locales, siendo estas de gran importancia ya sea como material genético, o como fuente de alimentación tanto humana como animal.

Es conocido que las nuevas variedades de maíz creadas por la biotecnología, tienen el objetivo de incrementar la producción para contrarrestar el hambre en el mundo, estos dejaron de lado un aspecto de suma importancia como lo es el valor nutritivo. Por un lado el maíz alterado genéticamente tiene consecuencias que si bien no han sido demostradas pero estas alteraciones no naturales traerán problemas a la humanidad en un futuro no muy lejano, es por ello que cualquier aporte en la recuperación de variedades nativas dará como resultado la producción de alimentos tan escasos en los últimos tiempos.

Aunque existen muchas variedades nativas de maíz que pueden ser motivo de estudio hay una que despertó especial interés debido a que se destaca por las bondades que ofrece como lo es maíz “kulli”. Esta variedad destaca por su fuerte color morado distinguiéndose así de las demás, teniendo aplicaciones en la industria alimenticia y farmacéutica debido a las antocianinas que posee, además de las propiedades nutraceuticas (aporte nutricional y a la salud) y antioxidante que han despertado especial interés a nivel mundial.

En Bolivia el maíz de variedad kulli se puede encontrar en mayor cantidad en Cochabamba y en menor cantidad en los Departamentos de Santa Cruz, Potosí, Sucre y Tarija, sin embargo el volumen producido a nivel nacional es muy bajo y generalmente se observa mezcla genética en los mismos. En el Departamento de Tarija la poca producción es destinada a la elaboración de Api morado que se obtiene de la molienda del grano.

A la fecha, no se cuenta con un registro de ninguna medición que esté disponible para los productores interesados, por ello nos damos a la tarea de recabar la mayor cantidad de datos posibles y cubrir esta deficiencia. Es por ello que con el presente trabajo se propone generar información base para futuros trabajos como los de mejoramiento genético, selección de mejor época de siembra, selección de la densidad óptima de producción, determinar requerimientos nutricionales para elevar rendimiento, etc.

El Maíz Kulli o maíz morado es una variedad de maíces que no se cultiva en grandes extensiones, sin embargo, el aporte nutricional y terapéutico que este maíz ofrece es codiciado por los países más desarrollados quienes están al acecho de estas variedades, es lamentable que no se aprovechen los alimentos de alto valor y que sean organismos extranjeros los que quieran aprovechar la diversidad tan grande que tiene Bolivia.

Es importante estudiar esta variedad puesto que uno de los componentes del maíz Morado son las antocianinas, que hasta el día de hoy solo se conoce que se encuentran en el vino tinto, siendo estos pigmentos muy importantes a la hora de combatir el Cáncer y hay que difundir que el maíz de la variedad kulli se puede incorporar al dieta diaria por su bajo costo, por no contener alcohol y porque tiene alto contenido de antocianinas benéficas para combatir esta enfermedad que día a día en el Departamento de Tarija se muestra con más regularidad.

1.1.Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar las características morfológicas y agronómicas de seis colectas de maíz kulli (*Zea mays* L.), procedentes de seis comunidades de los Departamentos de Tarija y Potosí, en condiciones agroclimáticas de la comunidad de Chocloca - Provincia Avilés del departamento de Tarija, con la finalidad de contribuir a la preservación de esta importante variedad nativa de maíz.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar y describir las características agronómicas y morfológicas de cada colecta de maíz kulli en estudio.
- Identificar la variabilidad agronómica y morfológica que se manifiesten por efecto de las procedencias.
- Determinar cuál de las colectas se comporta mejor y cual expresa mejores rendimientos.

1.2.Hipótesis

Existen diferencias en las características morfológicas, agronómicas y de rendimiento entre las 6 colectas de maíz kulli por efecto de su procedencia.

II. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.Descripción

El maíz (*Zea mays* ssp. *mays*) es un pasto de la familia botánica Poaceae o Gramineae, al igual que el trigo, el arroz, la cebada, el centeno y la avena. Este cultivo se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica. Se considera que las poblaciones de teocintle del centro del México (Kato 1984) o los que crecen en el trópico seco de la Cuenca del Balsas (Matsuoka et al. 2002), pudieron ser los ancestros de los cuales se domesticó el maíz como planta cultivada (Biodiversidad mexicana, 2020).

Aunque se han realizados diversos estudios sobre el origen del maíz, hasta la fecha no se ha encontrado evidencias que determinen el origen exacto del mismo, sin embargo se puede aseverar que el origen es el continente americano. Sin embargo con el pasar de los años las mezclas genéticas originadas de forma natural han dado como resultado un número alto de variedades, cada una con sus características morfológicas y genómicas que las distingue.

El maíz kulli tiene por nombre científico es *Zea mays* L., pertenece a la familia poaceae. Es una variedad de maíz, originaria de los Andes Peruanos, única en el mundo por poseer la coronta y los granos de un color morado característico, debido al pigmento que posee denominado [Antocianina](#), tiene tallo macizo y erguido que puede alcanzar alturas entre 60 cm, puede medir de 3 o 4 metros según la variedad, en la punta se observa una floración en forma de penacho o plumero, las espigas crecen en la axilas de las grandes y alargadas hojas, ellas se convertirán después en la mazorca llena de granos formados en hileras. La coronta del maíz morado es la que tiene el concentrado de una sustancia colorante (ECURED, 2017).

2.2. Taxonomía

Tabla 1. *Taxonomía del maíz kulli (Zea mays L.)*

Reino:	Vegetal
Phylum:	Telemophytae
División:	Tracheophytae
Sub división:	Anthophyta
Clase:	Angiospermae
Sub clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Sub Familia:	Panicoideae
Tribu:	Maydeae
Nombre científico:	<i>Zea mays</i> L.
Nombre común:	Maíz
Variedad:	Kulli

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022)

Evolutivamente, se han ido desarrollando distintas variedades e híbridos de maíz, con diferencias a nivel de composición, morfología, color, entre otras características. Por ejemplo, su color incluye tonos amarillos, cafés, rojos, morados, y grises con apariencia metálica, que históricamente tenían asociación directa con diferentes deidades, festivales y rituales religiosos (Staller, 2010). Las distintas coloraciones están asociadas a la concentración, el tipo y la ubicación de compuestos bioactivos como los carotenoides y las antocianinas (Győri, 2017). (Sayago, 2018)

2.3. Descripción Botánica

La planta del maíz es una monocotiledónea anual de elevado porte (1,60 a más de 2,5 metros de altura), frondosa, con un sistema radicular fibroso y un sistema caulinar con pocos macollos. Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por

hojas y que servirán como reserva. Las mazorcas son espigas de forma cilíndrica con un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares estando cada espiguilla con dos flores postiladas, una fértil y otra abortiva, en hileras paralelas. Las hojas que se desprenden de los nodos son alternas, lanceoladas y acuminadas, con pequeñas lígulas, naciendo en los nudos de forma alternada. Los entrenudos y las yemas florales están cubiertos por una vaina. La parte superior de la planta está compuesta de una espiga central con algunas ramificaciones laterales que es donde se producirán los granos de polen (Inflorescencia masculina en panícula dominante). La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y las anteras pudiendo ser verdosa o amarillenta. A lo largo del eje central las espiguillas se distribuyen de forma polística estando protegidas por dos glumas (superior e inferior). La lemma del flósculo estéril es ovada, membranosa, sin nervios, mientras que el flósculo fértil es orbicular, sin quilla. Ambas inflorescencias presentan espiguillas apareadas (PALIWAL, 2001 b; ECOCROP, 2007; KATO, 2009; CLAYTON, 2006; TAPIA y FRIES, 2007) (Ortega, 2014).

El sistema radicular presenta una parte de raíces adventicias seminales que constituye cerca del 52 % de la planta además de ser el principal sistema de fijación y absorción de la planta, mientras que el sistema nodular es el 48% de la masa total de raíces de la planta. La función de las raíces de anclaje es mantener la planta erecta para así evitar su caída. En cuanto a su sistema caulinar, cuando tienen tres hojas sobre la superficie son ya visibles las plántulas, pero sus puntos de crecimiento aún están bajo tierra. El tallo formado presenta varias estructuras básicas denominada fitómero: meristemo apical, profilo, hojas e internudos. El tallo es simple, erecto, pudiendo alcanzar alturas entre 2 y 6 metros de altura, con numerosos nudos y entrenudos. Las panojas son las estructuras donde se desarrolla el grano en un número variable de hileras (12 a 16) produciendo de 300 a 1000 granos; en total, el grano constituye alrededor del 42% del peso seco de la planta. Hay distintos tipos de grano según los compuestos químicos que contenga (PALIWAL, 2001 b; FAO, 1993; KATO, 2009) (Ortega, 2014).

Las inflorescencias unisexuales crecen siempre en lugares separados de la planta. Al principio ambas inflorescencias presenta primordios de flores bisexuales pero, en ambos casos, los primordios de gineceos y estambres abortan y quedan solo la inflorescencias femeninas (mazorca, elote o choclo) y masculinas (espiguillas), respectivamente. La elección de un sexo u otra forma parte de una interacción entre determinantes genéticos, ambientales, giberelinas y hormonas de la planta. El desarrollo de la flor femenina es acropétalo desde la base hasta la parte apical. La polinización es anemófila, viajando los granos de polen distancias entre 100 y 1000 m (PALIWAL, 2001b; FAO, 1993; KATO, 2009) (Ortega, 2014).

2.4. Morfología del Cultivo del Maíz

2.4.1. Semilla

El grano de maíz maduro; semilla, está compuesto por: la cubierta o pericarpio, el endospermo y el embrión o germen (Aldrich y Leng, 1965); según estos autores citados, las tres partes del grano cumplen una función definida:

Newkom & Buchi (1979), menciona que el pericarpio, protege a la semilla, tanto antes como después de la siembra. Su peso es de alrededor de 6% del peso total de grano.

El endospermo, es la principal reserva energética del grano. Su función principal es la de proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén afianzadas y puedan mantenerse con lo que elaboran sus hojas (Aldrich y Leng, 1965).

El peso del endospermo es de aproximadamente el 82% del peso total del grano (Newkom y Buchi, 1979). La semilla tiene un peso aproximado de 12% del peso total del grano (Newkom y Buchi, 1979) (ZAGREDO, 2015).

2.4.2. Raíz

La principal raíz está representada por una a cuatro raíces seminales, que pronto dejan de funcionar como tales, ya que proceden directamente del cariósido. El sistema radicular localizado en la corona, se ramifica en raíces secundarias,

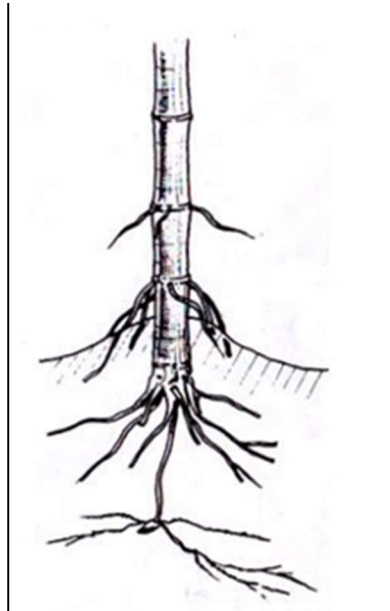
terciarias, etc., hasta rematar en cada uno de los pelos radiculares, es en estos pelos donde se presentará el máximo de absorción del agua y de los nutrientes del suelo. El maíz tiene la particularidad de desarrollar también raíces adventicias, situadas en los primeros nudos del tallo (Robles, 1990). (ZAGREDO, 2015)

Reyes (1990), menciona que el maíz tiene un sistema radicular bien definido en tres estadios. Al germinar, emergen las raíces temporales o embrionarias que nacen en el primer nudo, las raíces permanentes que nacen en el segundo nudo de la plántula o nudo superior del mesocotilo y las raíces adventicias que emergen de los nudos basales de la planta en crecimiento activo (ZAGREDO, 2015).

López (1991), menciona que en el maíz, se desarrollan tres tipos de raíces:

- Raíz seminal, Parsons (1992), indica que este tipo de raíz está representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministra nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas (ZAGREDO, 2015).
- Raíces adventicias, Parsons (1992), indica que el sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio. Puede alcanzar hasta dos metros de profundidad (ZAGREDO, 2015).
- Raíces de anclaje, sostén o soporte; este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén realizan la fotosíntesis (Parsons, 1992) (ZAGREDO, 2015).

Figura 1 *Esquema de la Raíz de la planta de maíz*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

2.4.3. Tallo

El maíz es una planta cuyo tallo es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores. En cada nudo funciona la hormona que determina la erección de la caña (Reyes, 1990).

El tallo del maíz difiere de otros cereales en que es sólido y lleno de médulas. Los nudos sirven para dar más resistencia al tallo, además son los puntos donde se forman todos los brotes laterales, tales como raíces, ramas (hijos), hojas y mazorcas (Montgomery, 1921).

Según Parsons (1992), es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16 nudos.

Según Johnson et al. (1966), en el momento de la elongación de los estigmas, el contenido de proteína en el tallo es de 11 a 12%, asegura también que luego de la fecundación (duración del llenado del grano), esta cantidad disminuye (ZAGREDO, 2015).

2.4.4. Hojas

Según Parsons (1992), la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos.

Su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25.

Las hojas nacen en los nudos en la parte inferior inmediata a las yemas florales femeninas, su distribución es alterna a lo largo del tallo (Reyes, 1990).

López (1991), menciona también que los nutrientes utilizados para el llenado del grano provienen de la actividad fotosintética de las hojas activas, también de las reservas acumuladas precedentemente en los tallos.

Tanaka y Yamaguchi (1977), indican que la longitud y la anchura de las hojas (área foliar), aumentan desde las hojas inferiores hacia las superiores. El grosor de las hojas aumenta desde la base hacia el ápice de la planta. Al momento de la aparición de los estigmas, el contenido de nitrógeno es más alto en la décima tercera hoja, que en las situadas arriba o debajo de estas. El contenido de fósforo fue más alto en la hoja superior y menor hacia la hoja de la base (ZAGREDO, 2015).

2.4.5. Flor

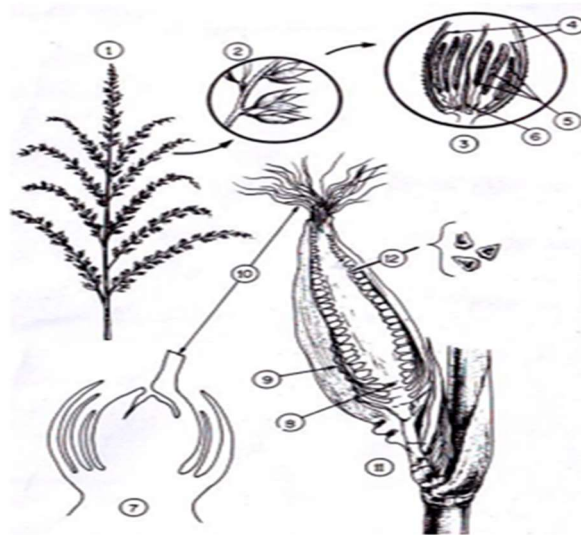
El maíz es una planta monoica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciadas en la misma planta. Las flores que producen los granos de polen, en donde está el gameto masculino, se localizan en la inflorescencia terminal llamada “panícula”, “espiga”. Las flores pistiladas se localizan en las yemas florales que emergen en las axilas de las hojas, estas, en el proceso de su desarrollo, se denominan yema floral pistilada, elote, elocinte y mazorca (Reyes, 1990).

Parsons (1992), menciona las diferencias entre las flores masculinas y femeninas, de la siguiente forma:

(1) La inflorescencia de la flor masculina se presenta como espiga o panoja.

- (2) Las espiguillas se encuentran en pares, una sésil, la otra pedicelada. Los pares de espiguillas se orientan en dos hileras alternadas, a lo largo de las ramas laterales del tallo floral. El eje central superior o terminal lleva más de dos hileras.
- (3) Flor masculina. Cada una está formada por glumelas, estambres, y un pistilo rudimentario.
- (4) Par de glumelas.
- (5) Tres estambres fértiles.
- (6) Pistilo rudimentario.
- (7) Inflorescencia pistilada. Consta de ramas, hojas y estigma.
- (8) Rama lateral modificada. Los entrenudos son cortos.
- (9) Hojas. Éstas cubren la inflorescencia.
- (10) Estigma. Recibe el polen. Se le conoce como cabello de elote.
- (11) Mazorca. Cada planta tiene de una a tres mazorcas, según las variedades.
- (12) Granos.

Figura 2 Esquema de la inflorescencia masculina de la planta de maíz.



Fuente: ZAGREDO, 2015.

2.5. Fisiología del cultivo

2.5.1. Ángulo y orientación de la hoja

El ángulo de la hoja es la distancia en grados angulares desde el tallo a la inserción de la hoja, algunos investigadores relacionan hojas erectas con ángulos menores a 45° (Pendleton et al., 1968; Winter y Ohlrogge, 1973). Sin embargo, aunque las láminas foliares tengan un mismo ángulo de inserción al tallo, estas pueden tener una orientación diferente que las hace visualmente más erectas o más colgadas; a esto se le llama valor de orientación de la hoja o LOV por su nombre en inglés “Leaf Orientation Value” (Pepper et al., 1977).

En altas densidades de siembra los genotipos no cambian su ángulo de inserción de la hoja, sino la orientación de la misma para tener un mejor uso de la radiación (Gou et al., 2017), en consecuencia, a nivel de dosel la caracterización de la arquitectura de la hoja debería hacerse por medio de la determinación del LOV ya que explica mejor su comportamiento ante los cambios del ambiente (SANCHEZ, 2018).

2.5.2. Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso biológico mediante el cual los órganos fotosintéticos utilizan la energía radiante sintetizar carbohidratos a partir de dióxido de carbono y agua, y liberar oxígeno (Taiz y Zeiger, 2010). En cuanto a su ciclo de carboxilación, las plantas pueden dividirse en tres grupos C3, C4 y CAM (Ehleringer et al., 1997); el maíz se ubica en el grupo C4. Como planta C4, el maíz alcanza tasas fotosintéticas promedio de 40 a los 85 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, con un punto de compensación del CO_2 de 11 a 25 partes por millón y un punto de fotosaturación máximo cercano a 2200 $\mu\text{moles de fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Zelitch, 2012) (SANCHEZ, 2018).

De acuerdo con Parry et al. (2010), la fotosíntesis total de un cultivo depende de los siguientes factores:

- La habilidad de interceptar y capturar la energía radiante.
- Duración de la captura de radiación.

- Capacidad y eficiencia y tamaño del aparato fotosintético del dosel.

2.5.3. Radiación fotosintéticamente activa

La radiación fotosintéticamente activa (RFA) es la porción de radiación solar que las plantas utilizan para la fotosíntesis (Gou et al., 2017), la cual se encuentra en la región del espectro solar cuya longitud de onda está comprendida entre 0.40 y 0.70 μm (Righini y Grossi, 2005) (SANCHEZ, 2018).

2.5.4. Índice de área foliar

El índice de área foliar (IAF) es un índice cuantitativo de la estructura del dosel (Xu, 2017), y consiste en una expresión numérica adimensional que resulta de la división aritmética del área de los limbos foliares de un cultivo (m^2) entre el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido (m^2). El IAF permite estimar el tamaño del aparato fotosintético laminar de las plantas y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo las condiciones ambientales imperantes en una región determinada (Intagri, 2018) (SANCHEZ, 2018).

2.5.5. Interacción de la morfología y fisiología en el dosel y su efecto en el rendimiento.

El rendimiento potencial está determinado por el producto de la energía radiante disponible, la eficiencia en la captura de la radiación y la conversión de la energía en biomasa de interés antropocéntrico, es decir, el grano en el caso del maíz (Long et al., 2015) (SANCHEZ, 2018).

Una buena arquitectura de la planta provee una mejor distribución de la radiación evitando desperdicio de luz e incrementar la tasa fotosintética bajo condiciones de saturación. Las hojas horizontales interceptan mayor radiación en los estratos superiores del dosel, lo que representa un desperdicio de la radiación, por lo que conviene que el estrato superior intercepte una pequeña fracción, lo cual puede conseguirse con arquetipos de hojas erectas en la parte superior (Long et al., 2006) (SANCHEZ, 2018).

La estructura del dosel depende del índice de área foliar y de la geometría del cultivo (Stewart et al., 2003; Liu, T et al., 2011; Huang et al., 2017). Una arquitectura óptima del dosel permite una captura eficiente de radiación para la fotosíntesis y una mejor circulación del aire, lo cual repercute directamente en el rendimiento y la fotosíntesis (Liu et al., 2012; Truong et al., 2015; Shi et al., 2016) (SANCHEZ, 2018).

Cuando la radiación interceptada por el dosel es baja, disminuye la producción de materia seca, el rendimiento de grano (Tiwari et al., 2012) y la tasa fotosintética (Li et al., 2015a), además de que disminuye la fuerza mecánica de las áreas bases de los entrenudos e incrementa el riesgo de acame (Gou et al., 2017). Las altas densidades de población promueven la elongación del tallo (Casai, 2013), por lo que la defoliación de hojas senescentes en etapas tempranas post-antesis puede cambiar el balance de asimilación de la planta y aumentar la capacidad fotosintética en las hojas restantes (Iqbal et al., 2012; Liu et al., 2015) (SANCHEZ, 2018).

2.6. Características fenológicas

Según Weber & Bleiholder (1990), presenta un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento y desarrollo para todas las especies en este caso del Maíz (*Zea mays* L) (Meier, 2018):

Estadio principal 0. Germinación

00 Semilla seca

01 Comienza la imbibición de la semilla

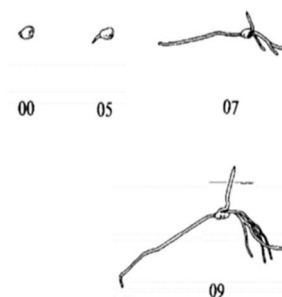
03 Imbibición completa de la semilla

05 Radícula (raíz embrional), emergida de la semilla

07 Coleóptilo, emergido de la semilla

09 Emergencia: el coleóptilo atraviesa la superficie del suelo (se abren grietecitas en la superficie).

Figura 3 *Estadios fenológico de semilla a emergencia del maíz*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas (tallo principal)

Una hoja está desplegada o desarrollada, si la lígula es visible, o si la punta de la próxima hoja es visible, el alargamiento de la caña puede ocurrir antes del estadio 19; en tal caso continuar con el estadio principal 30 (Meier, 2018).

10 una hoja, a través del coleóptilo

11 una hoja, desplegada

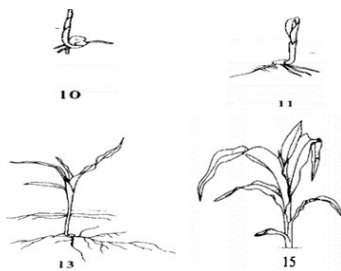
12 2 hojas, desplegadas

13 3 hojas, desplegadas

16 Los estadios continúan hasta

19 9 o más hojas, desplegadas

Figura 4 *Estadios fenológico en estado vegetativo.*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal del tallo principal

30 Comienzo del alargamiento de la caña

31 Primer nudo, detectable

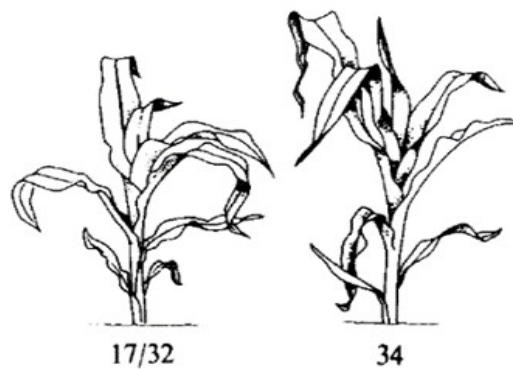
32 2 nudos, detectables

33 3 nudos, detectables

35 Los estadios continúan hasta

39 9 o más nudos, detectables

Figura 5 *Estadios fenológico en estado vegetativo avanzado.*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

El penacho puede salir antes del estadio 39; en este caso, continuar con el estadio principal 5 (Meier, 2018).

Estadio principal 4. Aparición del órgano floral (tallo principal)

51 Comienzo de la salida del penacho: el penacho es detectable en lo alto de la caña

53 Visible el extremo del penacho

Figura 6 *Estadios fenológico en estado vegetativo terminal.*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

55 Mitad de la emergencia del penacho: la mitad del penacho empieza a separarse

59 Fin de la emergencia del penacho: penacho, completamente fuera y separado

Estadio principal 5. Floración (tallo principal)

61 (M) Estambres de la parte central del penacho, visibles

(F) Punta de la mazorca, saliendo de la vaina foliar

63 (M) Comienza a desprenderse el polen.

(F) Puntas de los estigmas, visibles

65 (M) Las partes altas y bajas del penacho, en flor

(F) Estigmas, completamente emergidos

67 (M) Floración finalizada

(F) Los estigmas secándose

69 Fin de la floración; estigmas, completamente secos

Figura 7 *Estadios fenológico en estado Reproductivo.*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

Estadio principal 6. Formación del fruto

71 Comienzo del desarrollo del grano: granos, en el estadio de "ampollitas"; alrededor de 16 % de materia seca.

73 Lechoso temprano

75 Granos de la mitad de la mazorca, blanco amarillentos; contenido lechoso; alrededor de 40 % de materia seca

79 Casi todos los granos han alcanzado su tamaño final

Estadio principal 7. Maduración de frutos y semillas

83 Pastosa temprano: el contenido de los granos, blando; alrededor de 45 % de materia seca

85 Estadio pastoso (= Madurez de silaje): los granos amarillentos a amarillo (según la variedad); acerca del 55 % de materia seca.

87 Madurez fisiológica: puntos o rayas negras, visibles en la base de los granos, acerca de 60 % de materia seca

89 Madurez completa: granos duros y brillantes; acerca de 65 % de materia seca.

Figura 8 *Estadios fenológico en estado de Cosecha.*



Fuente: ZAGREDO, 2015.

Estadio principal 8. Senescencia

97 Planta totalmente muerta, tallos se quiebran

99 Partes cosechadas

Fuente: Meier, 2018.

2.7. Exigencias Edafoclimáticas

El cultivo de maíz como todos los cultivos, son nativos de un sitio en específico, pero con el avance de la tecnología es posible hoy en día crear nuevas variedades adaptadas a cualquier parte del mundo, es el maíz uno de los cultivos que se siembran en gran parte del globo terráqueo, sin embargo podemos citar las siguientes exigencias mencionadas por (INFOAGRO, 2001).

2.7.1. Exigencia de clima

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C (INFOAGRO, 2001).

2.7.2. Pluviometría y riegos

2.7.2.1. Pluviometría

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenido de 40 a 65 cm (INFOAGRO, 2001).

2.7.2.2. Riegos

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día.

Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta.

El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión (INFOAGRO, 2001).

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (INFOAGRO, 2001).

En el siguiente recuadro se presentan las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado).

Tabla 2 *Estadios fenológicos del Maíz kulli (Zea mays L.)*

SEMANA	ESTADO	Nº RIEGOS	m³
1	Siembra	3	42
2	Nascencia	3	42
3	Desarrollo primario	3	52
4		3	88
5	Crecimiento	3	120
6		3	150
7		3	165
8	Floración	3	185
9	Polinización	3	190
10		3	230
11	Fecundación	3	200
12	Fecundación del grano	3	192
13		3	192
14		3	192
15		3	190

Fuente: (Sayago, 2018)

2.8.Exigencias en suelo

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con [pH](#) entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (INFOAGRO, 2001).

2.9. Labores culturales

Las labores culturales en maíz dependerá de cuan tecnificado se encuentre la producción, ces decir que si se produce con labranza mínima los productos químicos son esenciales, mientras que si se produce de forma tradicional las labores manuales serán la base fundamental para obtener buenos resultados, las siguientes labores son mencionadas por (INFOAGRO, 2001).

2.9.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra (INFOAGRO, 2001).

También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm.

En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros) (INFOAGRO, 2001).

2.10. Siembra.

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas.

Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes

de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril o septiembre en países del SUR (INFOAGRO, 2001).

2.11. Fertilización.

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso (INFOAGRO, 2001).

Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo. (INFOAGRO, 2001).

El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8 (INFOAGRO, 2001).

Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos.

Nitrógeno (N): La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar, así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N por ha (INFOAGRO, 2001).

Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas (INFOAGRO, 2001).

Fósforo (P): Sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fósforo da vigor a las raíces.

Su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien.

Potasio (K): Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135-160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte

es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas (INFOAGRO, 2001).

Otros elementos: boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn). Son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta (INFOAGRO, 2001).

Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella (INFOAGRO, 2001).

2.12. Control de malezas

Si bien hay dos formas de combatir las malezas y una de ellas es del tipo química y otra más utilizada en el departamento de Tarija es la denominada Mecánica mencionada por (Deras Flores & Flor de Serrano, 2018).

A) Mecánico

Consiste en realizar labores manualmente con cualquier herramienta de labranza (con cuma, azadón) o mecanizada, dependiendo del tipo de terreno. Si las malezas se combaten mecánicamente, se deben efectuar los controles que sean necesarios especialmente los primeros 30 días de crecimiento, los cuales se deben hacer en orma superficial sin dañar el sistema radicular del cultivo (Deras Flores & Flor de Serrano, 2018).

2.13. Recolección o Cosecha

Para la recolección de las mazorcas de maíz se aconseja que no exista humedad en las mismas, más bien secas (INFOAGRO, 2001).

Para la recolección de mazorcas se utilizan las cosechadoras de remolque o bien las cosechadoras con tanque incorporado y arrancan la mazorca del tallo, previamente se secan con aire caliente y pasan por un mecanismo desgranador y una vez extraídos los granos se vuelven a secar para eliminar el resto de humedad (INFOAGRO, 2001).

Las cosechadoras disponen de un cabezal por donde se recogen las mazorcas y un dispositivo de trilla que separa el grano de la mazorca, también se encuentran unos

dispositivos de limpieza, mecanismos reguladores del control de la maquinaria y un tanque o depósito donde va el grano de maíz limpio (INFOAGRO, 2001).

Otras cosechadoras de mayor tamaño y más modernas disponen de unos rodillos recogedores que van triturando los tallos de la planta. Trabajan a gran anchura de trabajo de 5 a 8 filas la mazorca igualmente se tritura y por un dispositivo de dos tamices la cosecha se limpia (INFOAGRO, 2001).

2.14. Caracterización

Caracterizar es establecer todos los caracteres posibles de un ente animado o inanimado. La caracterización de los organismos vegetales, al igual que la de los otros organismos vivos o minerales, tiene diferentes finalidades:

- Identificación o determinación.
- Sistemática.
- Análisis de la diversidad genética.
- Gestión de bancos de germoplasma.
- Definición de nuevas variedades.
- Búsqueda de marcadores de caracteres agronómicos.

(Gonzales Andres, 2001)

Si bien tiene varios objetivos, el presente trabajo tiene como objetivo principalmente la sistemática.

2.14.1. Caracterización Sistemática

Es el estudio científico de las clases, de la diversidad de los organismos, y de sus interrelaciones. Consiste por tanto en decidir a qué clase pertenece un organismo, hasta el momento no clasificado, o que se prejuzgue que este incorrectamente clasificado. Para ello deberá estudiarse profundamente la diversidad de la población a la que pertenece el organismo en cuestión, y sus relaciones con otros grupos de organismos (Gonzales Andres, 2001).

A la hora de llevar a cabo un trabajo de sistemática, existen varias doctrinas como ser el Esencialismo; clasismo y evolucionismo; Feneticismo. Siendo este último de mayor relevancia para el presente trabajo (Gonzales Andres, 2001).

2.14.1.1. Feneticismo

Su principio básico es que las clasificaciones tienen que hacerse con un gran número de caracteres, tomados de todas las partes del cuerpo del organismo y de todo su ciclo vital, teniendo todos los caracteres utilizados la misma significación e importancia de la formación de grupos. Evidentemente estos caracteres deben de ser independientes entre sí, ya que de lo contrario se estaría otorgando mayor peso al conjunto de caracteres correlacionados. Implícitamente reconoce que la clasificación es una ciencia empírica, en la cual la experiencia sensible desempeña el papel preponderante y, por lo tanto, está libre de inferencias genealógicas. En ningún momento cuestiona la teoría de la evolución, simplemente excluye el proceso de clasificación (Gonzales Andres, 2001).

Con el desarrollo de las técnicas estadísticas de análisis multivariantes, y de los programas informáticos para llevarlos a cabo con rapidez y precisión, el feneticismo ha encontrado un soporte técnico necesario para establecerse sólidamente en el campo de la sistemática, hasta ganar un importante número de adeptos (Duncan & Baum, 1981). Este soporte técnico al que se ha hecho referencia permite analizar simultáneamente decenas de caracteres, si no ciertos, de una manera rápida (Gonzales Andres, 2001).

2.14.2. Enfoques de la caracterización vegetal.

El feneticismo, como anteriormente comentado, entiende que la caracterización debe abordarse sobre diferentes partes de la planta, en diferentes estados fisiológicas de las mismas, y con diversos tipos de caracteres, debiéndose analizar todos ellos en conjunto, otorgándoles *a priori* a todos ellos la misma importancia. Existen diferentes enfoques de la caracterización en función del tipo de caracteres utilizados. A grandes rasgos los principales grupos de caracteres utilizables en caracterización

vegetal son: Morfológicos, Citológicos, Bioquímicos, basados en el estudio de ADN, Ecológicos, Embriológicos, Geográficos, Fisiológicos/agronómicos (Gonzales Andres, 2001).

Sin embargo, para el presente trabajo se desarrollara únicamente los enfoques:

2.14.2.1. Morfológico.

Los más clásicos. Estudian cualquier órgano de la planta desde el punto de vista cualitativo (formas, colores, presencia de estructuras singulares, etc.) o desde el punto de vista cuantitativo (realizando mediciones) (Gonzales Andres, 2001).

2.14.2.2. Fisiológicos/Agronómicos

Entre los caracteres fisiológicos de interés agronómico, se encuentran la susceptibilidad al estrés, a plagas y enfermedades, producción, desarrollo, etc.

Desde que en 1758 Linneo estableció el sistema jerárquico de clasificación de los organismos vivos, la morfología ha sido la base de los estudios tanto taxonómicos y de caracterización, como filogenéticos. En el siglo XX hemos asistido a un espectacular crecimiento de los estudios bioquímicos en plantas y a su aplicación en taxonomía, identificación y filogenia. En la actualidad la caracterización con marcadores moleculares ha cobrado gran predominio. Sin embargo, no por ello las técnicas basadas en la morfología han quedado obsoletas ni han sido desechadas. Es cierto que siempre existen posturas radicales y extremistas a favor de un sistema u otro, pero en la actualidad hay sobradas evidencias de que ambos tipos de estudios son complementarios, y la integración de los resultados obtenidos por ambos medios enriquece de manera notable las conclusiones que puedan extraerse y contribuyen a una aproximación más exacta a la realidad (Gonzales Andres, 2001).

2.15. Descriptores para Maíz.

Los descriptores son guías que indican las variables a medir y especifican el momento en que estas deben ser medidas, con la finalidad de poder obtener información ordenada y útil a quienes la requieran.

Existen varios descriptores para maíz, pese a ello no existe gran diferencia entre descriptores, pudiendo diferenciarse únicamente en número de variables a medir. Sin embargo este proyecto de investigación se basó en el manual de Descriptores para Maíz del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), porque este cuenta con aprobación internacional, honrando así los convenios con el país de Italia.

En el Manual de Descriptores para maíz, se sintetizan propuestas de documentación de colecciones que han sido realizadas por Organizaciones Internacionales, tales como IBPRI, Centros Internacionales (CIMMYT), Programas Nacionales y experiencias propias en el manejo de colecciones de maíz bajo condiciones in situ y ex situ, que posibilitan disponer de información ordenada, accesible y de utilidad para los usuarios. En este caso, se reconocen los méritos bibliográficos respectivos (Lopez, 2008).

2.15.1. Importancia de los descriptores del maíz

Disponer de descriptores de las plantas, en este caso del maíz, constituye una herramienta para valorar, coleccionar y documentar las diferentes variedades locales que son utilizadas por los agricultores. Dentro de esa variabilidad, es factible disponer de información en la cual se pueden identificar características de interés que puede tener potencial de uso en un futuro cercano tanto a nivel de agricultores, como de comunidades, municipios o departamentos. Otro elemento lo constituye la posibilidad de documentar y caracterizar la riqueza en agrobiodiversidad que un agricultor o una comunidad disponen. Disponer de descriptores constituye para los agricultores una herramienta para identificar como tal las variedades de que disponen y valorar el potencial que tienen dentro de sus comunidades y/o regiones (Lopez, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en predios del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.), que se encuentra ubicado en la provincia Avilés del Departamento de Tarija y situado a 45 Kilómetros de la ciudad de Tarija. Mismo que se georreferencia en las siguientes coordenadas: **21°44'50.5"S 64°43'48.8"W**.

El C.E.CH. cuenta con una superficie de 25.8 ha y es un área dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, mismo se encuentra a una altura de 1806 m.s.n.m. (5925 pies), en el margen izquierdo y parte baja se encuentra el río Camacho y sub cuenca la quebrada el Huayco.

Figura 9 Imagen satelital del Centro Experimental de Chocloca



Fuente: (Google, 2021)

3.1.1. Características de la ubicación del ensayo

El Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH) se encuentra dividido por Lotes, siendo asignado el Lote Nro. 3 para el desarrollo del presente trabajo, además de otros ensayos. El presente trabajo fue desarrollado en una superficie de 511 metros cuadrados.

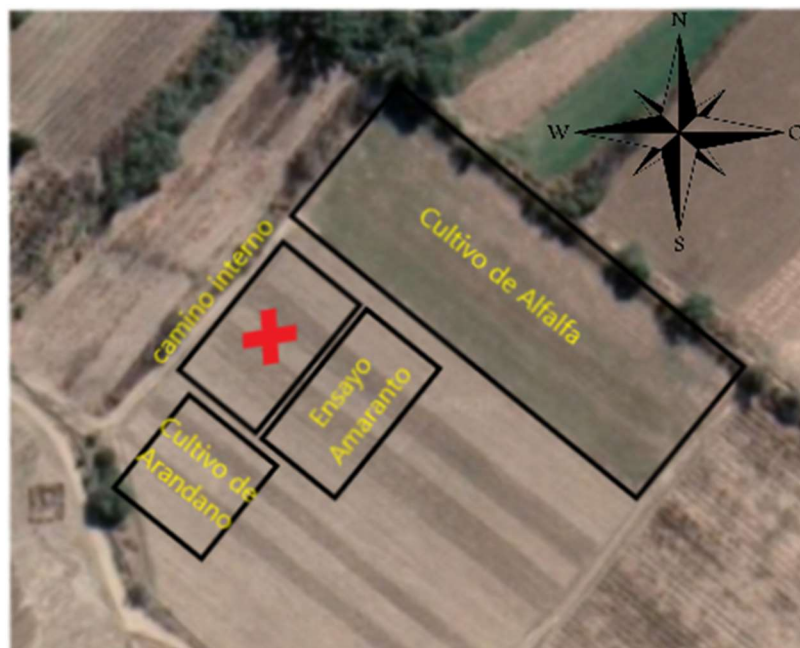
3.1.1.1. Cultivo antecesor

La superficie asignada para el desarrollo del ensayo, tuvo maíz que fue destinado para Silo como cultivo antecesor, aunque no es recomendable repetir el cultivo sobre el mismo terreno y es más recomendable realizar una Rotación de cultivos, fue el Área destinada durante la planificación productiva del C.E.CH para la realización de ensayos en la gestión 2021 – 2022.

3.1.1.2. Croquis del Ensayo

El presente trabajo estuvo ubicado al Noroeste del Lote Nro. 3 teniendo las siguientes Colindancias, al Noroeste se encuentra el Camino interno, Al Noreste colinda con un cultivo de Alfalfa, Al Sureste colinda con Ensayo de Amaranto y por último al Suroeste colinda con el cultivo de Arándano.

Figura 10 *Croquis de Ubicación y colindancia del Presente*



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Factores climáticos.

3.2.1. Clima

La zona se caracteriza por un clima templado semiárido con temperaturas bajas. Esto corresponde a los valles de la cordillera oriental (valle central de Tarija, valle de La Concepción, Padcaya, San Lorenzo) con temperaturas medias anuales entre 13 y 18° C.

Tiene una temperatura anual de 18.7 °C y una precipitación promedio anual de 650mm, una humedad relativa del 71% , la temperatura máxima extrema se registró en el mes de septiembre de 1993 con 37 grados, la mínima extrema en julio de 1993 con – 7.0 grados (SENAMHI, 2021).

3.2.2. Temperatura.

Tiene una temperatura anual de 18.7 °C y una precipitación promedio anual de 650mm, una humedad relativa del 71%, la temperatura máxima extrema se registró en el mes de septiembre de 1993 con 37 grados, la mínima extrema en julio de 1993 con – 7.0 grados (SENAMHI, 2015).

3.2.3. Precipitación

La precipitación total anual es de 657.8 mm, de acuerdo a la frecuencia de la precipitación de la zona, se puede diferenciar dos fases durante el año. Fase seca: a esta fase corresponde los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y parte de octubre, el resto de los meses comprende la fase de lluvias, el mes de julio en el mes de mínima precipitación.

Un día húmedo es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tarija varía considerablemente durante el año.

La temporada más húmeda dura 4 meses, de noviembre a marzo, con una probabilidad de más del 40 % de que cierto día será un día húmedo. La temporada más seca dura 8 meses, de marzo a noviembre.

Entre los días húmedos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 63 %. (SENAMHI, 2012).

3.2.4. Vientos

La velocidad promedio del viento por hora en Tarija tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4 meses, de julio a octubre, con velocidades promedio del viento de más de 8,6 kilómetros por hora. Los días más ventosos del año son en septiembre, con una velocidad promedio del viento de 9,2 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8 meses, de noviembre a junio. Los días más calmados del año son en marzo, con una velocidad promedio del viento de 6,8 x kilómetros por hora (SENAMHI, 2021).

3.3.Hidrografía

El área estudiada se encuentra surcada principalmente por el río Camacho, de gran importancia en la zona por que proporciona el riego a varias comunidades como ser; la de Chocloca, Concepción, Colón, Calamuchita, etc.

También existen las quebradas de Huayrihuana que es afluente del río Camacho, cuyo colector casi en su totalidad es del río Guadalquivir para luego formar el río Tarija; uno de los principales componentes del río de la plata. ZONISIG (2000).

3.4. Geología.

Según la carta geológica de Bolivia hoja 6628 Padcaya (G.E.O.B.O.L-S.G.A.B, 1991 citado en cuenca 2015). El territorio del C.E.CH. corresponde al sistema geológico del cuaternario, representado en la cuenca por los siguientes depósitos.

Depósitos aluviales (Qa)

Formado por materiales suelos sueltos principalmente por gravas y arenas que forman el plano inundable o lecho del río Camacho y quebrada el Huayco.

Depósitos aluviales (Qcf)

Estos están formados por arenas, limos, arcillas y gravas depositadas por la dinámica fluvial del río Camacho y la quebrada El Huayco, formando una sucesión de terrazas aluviales, caracterizan la mayor parte del C.E.CH. depósito fluvio-Lacustre (Qacf) localizados en el sector oeste de C.E.CH. constituidos por limo, arcilla, arenas y gravas sedimentados en un ambiente de lago, conformado el relieve más inclinado del C.E.CH. Que forma parte de los depósitos fluvio-lacustre del valle central de Tarija.

3.5. Vegetación natural.

La vegetación natural corresponde a la zona de vida bosque seco templada (Holdridge citado por cuenca).

En la actualidad la vegetación nativa, corresponde una vegetación secundaria compuesta de matorrales xerofíticos secundarios, las especies características son:

Tabla 3 *Vegetación nativa dentro del Centro Experimental de Chocloca*

Matorrales xerofíticos arbustos	Arbóreas residuales del bosque original	Matorrales dispersos	Especies introducidas (Exóticas)
El churqui (<i>Acacia caben</i>)	Algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>)	taquillos (<i>Prosopis alpataco</i>)	Eucalipto (<i>Eucaliptus sp</i>)
Tusca (<i>Acacia aramo</i>).	Algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>),	cardones y cactáceas	Álamo (<i>Papulus alba y p. nigra</i>)

	Algarrobo negro (<i>Prosopis nigra</i>),		Sauce llorón (<i>Salix babylónica</i>)
	Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>),		Ciprés (<i>Cupresus macro carpa</i>)
	Sauce criollo (<i>Salix humboldtiana</i>)		Cina cina (<i>Parkinsonia aculeata</i>)
	Molle (<i>Schinus molle</i>).		

Fuente: (cuenca 2005).

En la zona la producción principal se puede definir en:

Tabla 4 Producción vegetal dentro del Centro Experimental de Chocloca.

Frutales	Hortalizas
Duraznero (<i>prunus persica</i>)	(Tomate (<i>Licopersicum sculentus</i>), papa (<i>Solanum tuberosum</i>), cebolla (<i>Allium cepa</i>), vainitas (<i>Phasseolus vulgaris</i> L.), Zanahoria (<i>Daucus carota</i>), Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>), Brócoli (<i>Brassica oleracea var. Italica</i>), Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) acelga (<i>Beta vulgaris var. cicla</i>), poroto (<i>Phaseolus vulgaris</i>), zapallo (<i>Cucurbita máxima</i>)

Ciruelo (<i>prunus domestica</i>)	Legumbres: haba (<i>Vicia faba</i>), arveja (<i>Pisum sativum</i>)
Manzana (<i>malus domestica</i>)	Bayas: frutilla (<i>Fragaria</i>), frambuesa (<i>Rubus indaeus</i>), zarzamora. (<i>Rubus plicatus</i>)
Uva (<i>vitis vinifera</i>)	

Fuente: (Cuenca 2005)

3.6.Suelos.

Los suelos del C.E.CH. son de origen aluvial y fluvio-lacustre los primeros son generalmente profundos de texturas media a finas. En cambio, los suelos de la zona colinosa de origen fluvio-lacustre tienen profundidad variable, de textura fina a medias, gravosas y muy susceptibles a procesos de erosión hídrica.

3.7.Distribución espacial de los suelos del C.E.CH.

Tabla 5 División fisiográfica del C.E.CH

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	ELEMENTO DE PAISAJE
Llanura lacustre	zona colinosa	Ladera	1 área antrópica
			2 fuertemente inclinada
		Inferior	3 ligeramente inclinada
		Terraza alta	4 casi plano

Llanura aluvial del río Camacho	resiente subresiente		5 plano cóncavo
			6 caso plano
	Terraza intermedia		7 ligeramente inclinado
			8 plano cóncavo
	Terraza baja		9 casi plano
	Lecho de río		10 zona aluvial amortiguación

Fuente: (cuenca, 2005)

3.8.Vías de comunicación.

El acceso al C.E.CH. es por el camino carretero Tarija- Chaguaya que es totalmente pavimentado, que facilita el acceso a la zona sobretodo en épocas lluviosas.

3.9.Materiales

3.9.1. Material Vegetal.

El maíz Kulli es una variedad nativa perteneciente al Complejo Racial de los Maíces Harinosos de los valles templados; su característica más sobresaliente es el color morado oscuro de las mazorcas. Su distribución en Bolivia es muy amplia, aunque destacan los cultivos en el Departamento de Chuquisaca, en las provincias Zudañez y Tomina. Al respecto, el MACIA (2003) señala que “su área de distribución se encuentra en los valles de Cochabamba, norte de Chuquisaca, valles de Tarija, Saavedra de Potosí y Caballero de Santa Cruz. Se la cultiva entre altitudes de 2.000 a 3.400 msnm”. El mismo documento menciona que “la planta del maíz kulli es de altura media, con escaso número de hojas casi siempre muy antocianinas; las mazorcas son medianas o pequeñas de forma cónica, con 10 a 14 hileras de granos, estos son grandes

de forma ovoide de color violeta intenso casi negro y de consistencia harinosa” (Ortiz, 2012).

3.9.1. Procedencia del material colectado

En el presente trabajo se utilizó semillas de maíz (*Zea mays* L.) de la variedad kulli, colectadas de diferentes comunidades del Departamento de Tarija (San Lorencito, El Puesto, Chaupicancha, Cañahuayco) y del Departamento de Potosí (Suipacha).

Tabla 6 *Procedencia de las colectas.*

Departamento	Municipio	Comunidad
Tarija	San Lorenzo	San Lorencito
		El Puesto
		Cañahuayco
	Cercado	Chaupicancha
		Jaramillo
Potosí	Tupiza	Suipacha

Fuente: Elaboración propia.

3.9.2. Descripción del material colectado

El material colectado forma parte del proyecto Pequeñas semillas grandes oportunidades “PSGOKm0”; agroecología familiar campesina y cadenas de km0 en Bolivia, que se viene desarrollando desde el 2008, logrado mediante convenios con el País de Italia, que vienen formando una red de investigación y de capacitación. La colecta conto también con la participación del RENACC-Tarija, quienes apoyan a comunarios de las diferentes regiones del Departamento de Tarija en producción agroecológica. Los materiales colectados fueron de 5 comunidades del Departamento de Tarija y de 1 comunidad del Departamento de Potosí. El proyecto, y demás

instituciones participantes, se encuentran vinculados con nuestra Superior Casa de Estudios UNIVERSIDAD JUAN MISAEL SARACHO – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES, quienes en conjunto llevan a cabo trabajos de investigación en bien del Departamento.

La colecta de la semilla llevada a cabo en el Departamento de Tarija y Potosí tienen como origen las comunidades de: San Lorencito, El Puesto, Cañahuayco, Chaupicancha Jaramillo y Suipacha. Aunque cada sitio tiene diferentes características Agroclimáticas, podemos resumir lo siguiente: Los terrenos donde se realiza la producción de maíz Kulli, la mayoría tiene pendiente medianamente pronunciada, los suelos tienen continuo uso agrícola y dependen netamente de la lluvia. La siembra es realizada principalmente diciembre, con un manejo agroecológico mayormente, gracias a que los productores fueron capacitados y asesorados gracias al proyecto “PSGOKm0”.

3.9.3. Importancia Económica

La producción de maíz Kulli no tiene impacto en la economía del productor, esto se explica por el tamaño pequeño de las parcelas sembradas, el bajo rendimiento y el poco conocimiento de los beneficios que ofrece el maíz Kulli, prefiriendo la utilización de semillas híbridas para poder tener mejores ingresos económicos.

Sin embargo el potencial de esta variedad se encuentra en la preparación de refresco “CHICHA MORADA”, bebida caliente “Api”, tinte natural, en la salud con el aporte de antocianinas, etc. Por ello es necesario mejorar la calidad genética y así poder aumentar y garantizar los rendimientos.

3.9.4. Materiales de Campo

- Descriptor de Cimmyt.
- Mochila.
- Flexómetro
- Hoz
- Azadón.

- Wincha.
- Letreros de Madera
- Letrero de lona
- Pala.
- Bolsas plásticas.
- Machete

3.9.5. Material de Registro

- Cámara fotográfica.
- Libreta de datos.
- Planillas de recolección de datos.
- Reglas.
- Bolígrafos y lapices.

3.9.6. Material de Gabinete

- Computadora.
- Balanza.
- Calibrador.
- Baterías.
- Recipientes varios.

3.10. Metodología

3.10.1. Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló mediante “Diseño en bloques al azar”, con seis tratamientos y tres repeticiones siendo un total de 18 unidades experimentales.

Las unidades experimentales se diseñaron de la siguiente manera; cinco metros de largo por cuatro metros y veinte centímetros de ancho dando una superficie total de 21 metros cuadrados por unidad experimental.

3.10.2. Características del Diseño

Tabla 7 Datos del Experimento.

Ítem	Cantidad
Número de Tratamientos	6
Número de repeticiones o bloques	3
Número de Unidades experimentales	18
Superficie de la Unidad Experimental	21 m ²
Dimensiones de la parcela Experimental	5 m de largo. 4,2 m de ancho.

Fuente: Elaboración propia.

3.10.3. Descripción de los Tratamientos

Tabla 8 Distribución de los tratamientos.

Tratamiento	Procedencia
T1	Comunidad “Suipacha”
T2	Comunidad “San Lorencito”
T3	Comunidad “Jaramillo”
T4	Comunidad “El Puesto”
T5	Comunidad “Cañahuayco”
T6	Comunidad “Chaupicancha”

Fuente: Elaboración propia.

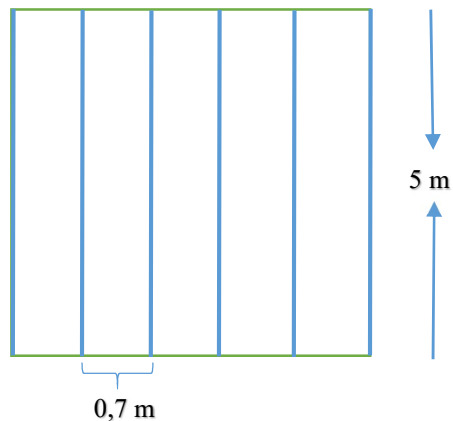
3.10.4. Diseño de la parcela

- Largo del Surco = 5 m.
- Ancho del Surco = 0,70 m.
- Ancho de la Parcela = 4,2 m.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Diagrama de una parcela utilizada para el experimento.

3.10.5. Tazado del Ensayo



El ensayo se desarrolló en una superficie total de 511 metros cuadrados, de los cuales 378 metros cuadrados corresponden a las unidades experimentales y 133 metros cuadrados destinados a pasillos de separación. Los pasillos tuvieron un ancho de 1m, en donde se tuvo que controlar malezas periódicamente.

Figura 12 Diagrama del ensayo experimental.

	R3	R2	R1
1	T2	T6	T5
2	T5	T3	T2
3	T1	T2	T6
4	T3	T4	T1
5	T4	T5	T3
6	T6	T1	T4

Fuente: Elaboración propia.

3.11. Metodología de la caracterización

3.11.1. Metodología

La Evaluación del comportamiento del maíz variedad kulli procedente de 6 comunidades colectadas en el Departamento de Tarija y Postosí en condiciones agroclimáticas de la comunidad de Chocloca, se realizó bajo los lineamientos del Descriptor para Maíces del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

3.11.2. Variables a evaluar

Como se mencionó anteriormente la caracterización se basó en el Descriptor para Maíces del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos (IBPGR). La caracterización se puede dividir en tres fases, mismas que se detallan a continuación: A. Caracterización en planta; B. Caracterización en Mazorca C. Caracterización en Grano.

La toma de datos se realizó de 10 plantas por unidad experimental, que suman en total 30 plantas evaluadas por procedencia por que el experimento conto con 3 repeticiones, con ello se respeta las normas propuestas por el Descriptor para Maíces de CIMMYT.

A. Datos sobre la planta

- **Días hasta la antesis** (floración masculina)

Número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas ha liberado el polen.

- **Días hasta la emisión de estigmas** (floración femenina)

Número de días desde la siembra hasta que han emergido los estigmas del 50% de las plantas.

- **Altura de la planta [cm]**

Se mide desde el suelo hasta la base de la espiga. Después del estado lechoso.

- **Altura de la mazorca [cm]**

Se mide desde el suelo hasta el nudo de la mazorca más alta. Después del estado lechoso.

- **Número de hojas arriba de la mazorca más alta, incluida la hoja de la mazorca**

Contado en por lo menos 20 plantas. Después del estado lechoso.

- **Pubescencia de la vaina foliar**

En el momento de la floración

3 Escasa

5 Intermedia

7 Densa

- **Tipo de espiga**

En el estado lechoso (Figura 13)

1 Primaria

2 Primaria-secundaria

3 Primaria-secundaria-terciaria

Figura 13 *Estadios fenológico en estado de Cosecha*

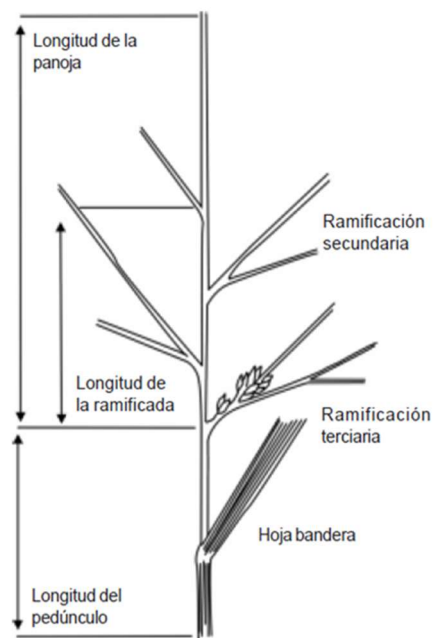


Fig. 1 Tipo de espiga

Fuente: (CIMMYT, 1991)

- **Número total de hojas por planta**

Después de la floración.

- **Longitud de la hoja [cm]**

Se tomaron las medidas desde la lígula hasta el ápice de la hoja que sobresale de la mazorca más alta. Después de la floración.

- **Ancho de la hoja [cm]**

Se tomaron las medidas de la hoja que sobresale de la mazorca más alta, en el punto medio de su longitud.

- **Índice de la nervadura**

Se determinó dividiendo el número de venas en el centro de la hoja de la mazorca por el ancho de la hoja.

- **Orientación de las hojas**

Después de la floración:

1 Erectas

2 Colgantes

- **Presencia de la Lígula foliar**

Después de la floración:

+ Presente

0 Ausente

- **Longitud de la Panoja [cm]**

Después del estado lechoso.

- **Longitud del pedúnculo [cm]**

Después del estado lechoso.

- **Longitud de la parte ramificada de la espiga [cm]**

Distancia entre la primera y la última rama primaria. Después del estado lechoso.

- **Número de ramificaciones primarias en la espiga**

Después del estado lechoso.

B. Datos sobre la Mazorca

Durante la cosecha, usando las mazorcas de por lo menos 20 plantas por entrada.

- **Tamaño de mazorca**

Fue tomado desde el punto de inserción del pedúnculo con la mazorca hasta el final del olote (Figura 14).

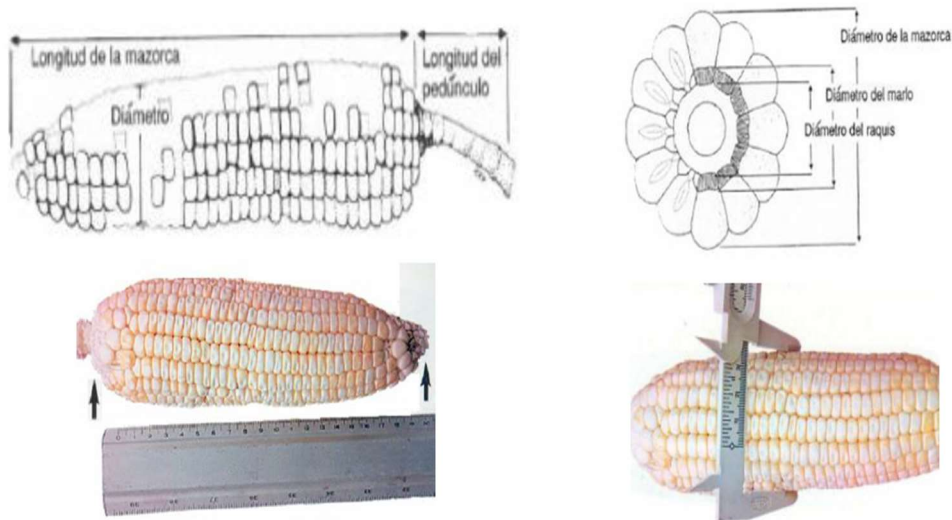
- **Número de hileras de granos**

Se contó las hileras de granos en la parte central de la mazorca más alta.

- **Diámetro de mazorca (cm) (Figura 14)**

Medido con un calibrador en un punto medio longitudinal de la mazorca.

Figura 14 *Longitud y Diámetro de la mazorca*

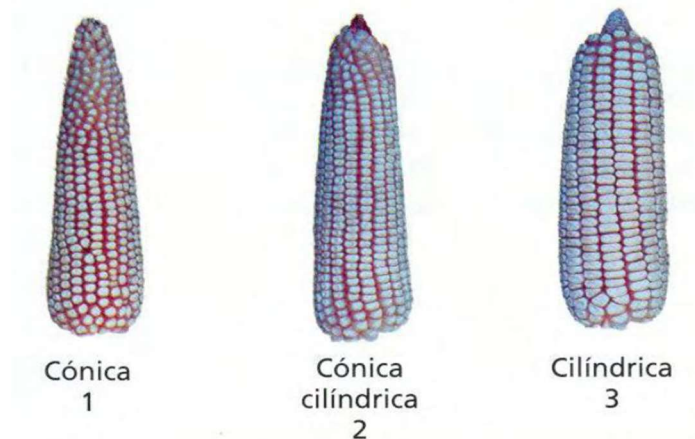


Fuente: (Rincon, 2011)

- **Forma de mazorca (Figura 15)**

De acuerdo a la siguiente escala: 1 Cilíndrica; 2 Cilíndrica-cónica; 3 Cónica; 4 Esférica.

Figura 15 *Forma de la mazorca*

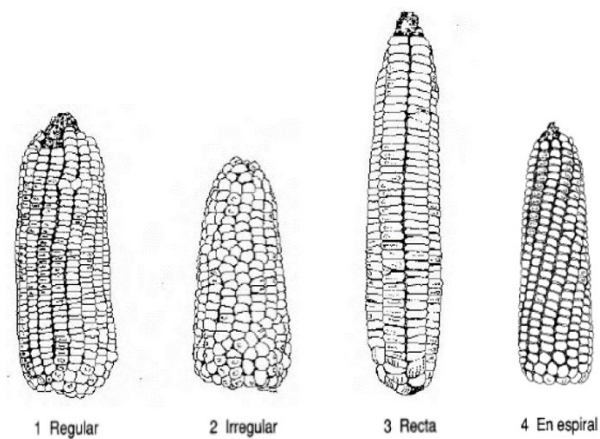


Fuente: (Rincon, 2011)

- **Disposición de hileras de granos (Figura 16)**

Se usa la mazorca más alta de la totalidad de plantas y se toma la principal tendencia: 1 Regular; 2 Irregular; 3 Recta; 4 En espiral.

Figura 16 *Disposición de las hileras en mazorca*



Fuente: (Rincon, 2011)

- **Diámetro de alote (cm)**

Medido con un calibrador en un punto medio longitudinal de la mazorca.

- **N° de granos por hilera**

El promedio de tres hileras por mazorca elegidos al azar.

- **Peso de granos con mazorca (gr)**

Peso de granos con la mazorca.

- **Peso de granos sin mazorca (gr)**

Peso de granos sin la mazorca.

- **Peso de mazorca (gr)**

Peso de mazorcas por accesión.

C. Datos sobre el grano

- **Tipo de grano**

Indicar como máximo tres tipos de grano en orden de frecuencia.

1 Harinoso

2 Semiharinoso (morocho), con una capa externa de endosperma duro

3 Dentado

4 Semidentado; entre dentado y cristalino, pero más parecido al dentado

5 Semicristalino; cristalino de capa suave

6 Cristalino

7 Reventador

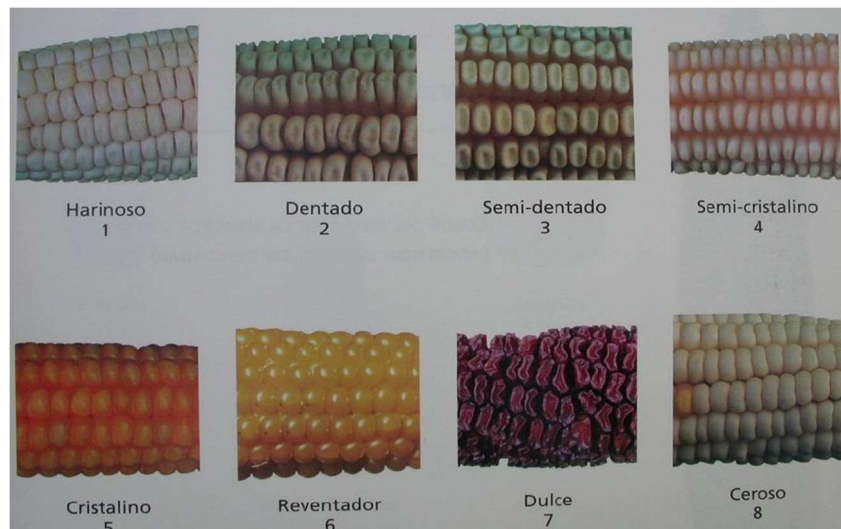
8 Dulce

9 Opaco-2 (QPM: maíz con alta calidad de proteína)

10 Tunicado

11 Ceroso

Figura 17 *Tipo de grano en la mazorca*



Fuente: (Rincon, 2011)

- **Color del grano**

Indicar como máximo tres colores en orden de frecuencia.

1 Blanco

2 Amarillo

3 Morado

4 Jaspeado

5 Café

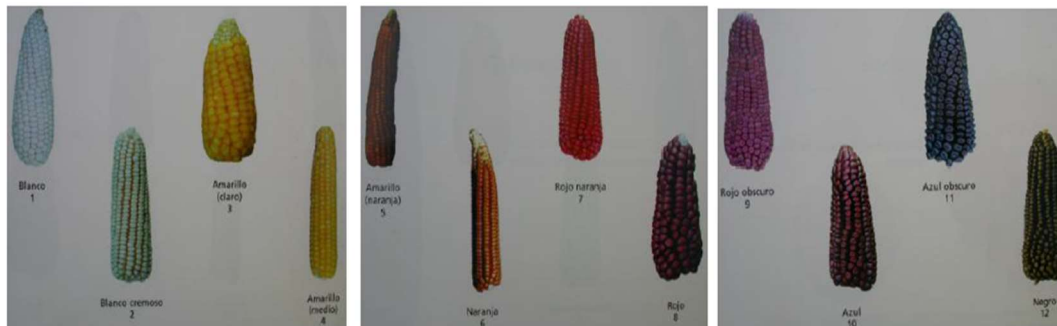
6 Anaranjado

7 Moteado

8 Capa blanca

9 Rojo.

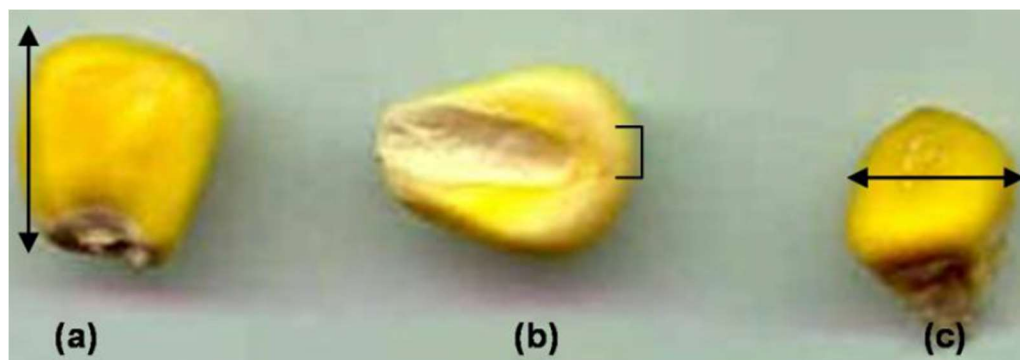
Figura 18 *Color de grano*



Fuente: (Rincon, 2011)

- **Peso de 100 granos (gr)**
Ajustado a un contenido de humedad del 10%.
- **Longitud de grano (cm)** En granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca más alta, medido con un calibrador.
- **Ancho de grano (cm)** Medido con un calibrador y se realizó el valor promedio.
- **Grosor de grano (cm)** Medido con un calibrador y se obtuvo el valor promedio.

Figura 19 *Dimensión del grano a) Longitud b) Ancho c) Grosor*



Fuente: (Rincon, 2011)

- **Forma y superficie de grano** 1 Contraído; 2 Dentado; 3 Plano; 4 Redondo; 5 Puntigudo; 6 Muy puntigudo.

3.12. Desarrollo de ensayo

3.12.1. Análisis de suelos

Para obtener el análisis de suelos se inició con la toma de muestras de suelos, misma que se recolectó de los primeros 20 centímetros del horizonte superficial recorriendo el área del ensayo en zig-zag siendo cada punto una submuestra de las 10 realizadas. Todo el suelo colectado conformará una muestra compuesta que se llevó al Laboratorio de suelos y aguas de riego dependiente de Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG).

3.12.2. Resultados del análisis de Suelos

Tabla 9 Resultados del análisis de suelos.

Nro.	Parámetro	Valor	Unidad	
1	Profundidad	0 – 20	Cm	
2	PH	6,51	-	
3	C.E.	0.700	mmhos/cm (1:5)	
4	C.I.C	24.15	meq/100gr	
5	M.O.	2,66	%	
6	N.T.	0.133	%	
7	P (Olsen Mod)	17,44	ppm	
8	K	0.05	meq/100gr	
9	DAP	1,34	gr/cc	
10	Textura FY	Arena	21,08	%
		Limo	48,43	%
		Arcilla	30,50	%
FY= Franco Arcilloso				

Fuente: (SEDAG 2021)

3.12.3. Interpretación del análisis de suelos

Para poder interpretar correctamente los resultados obtenidos en el análisis de suelos se fijo como meta de producción 7 tn/ha. obteniendo la demanda de nutrientes por el cultivo, mismo que se comparó con la demanda obteniendo la siguiente interpretación:

Tabla 10 *Requerimiento de Nutrientes /hectárea para un rendimiento de 7tn/ha*

Cálculo para producción de 7 tn/ha					
Nro.	Nutriente	Oferta	Demanda	Requerimiento	Unidades
1	Nitrógeno (N)	71,3	157,5	-86,2	Kg/ha
2	Fósforo (P ₂ O ₅)	107,1	63,49	43,61	Kg/ha
3	Potasio (K ₂ O)	62,98	93,94	-30,96	Kg/ha

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró deficiencia de macronutrientes principalmente de Nitrógeno y Potasio, necesitando aplicar 86,2 kg de Nitrógeno y 30,96 kg de Potasio. Sin embargo es recomendable también la aplicación de fósforo, aunque este se encuentre en exceso pero en texturas Franco-Arcillosos puede encontrarse retenido.

3.12.4. Cálculo de la Cantidad de fertilizante requerido para el ensayo.

Conociendo la deficiencia de nutrientes se realizó la búsqueda de fertilizante comercial que pueda cumplir la deficiencia.

Tabla 11 *Requerimiento de Fertilizante por hectárea y Unidad experimental.*

Nombre Comercial	Formulación (N - P - K)	Requerimiento por hectárea (Ha)	Requerimiento por Parcela (21m ²)
Urea	46-00-00	142 (kg/ha)	300 gr/parcela
Triple 16	16-16-16	132,3 (kg/ha)	46,6 gr/parcela

Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con los requerimientos de nutrientes del cultivo de maíz se aplicó 300gr de Urea por parcela al momento del aporque y durante la siembra se aplicó Triple 16, mismo que aporó Nitrógeno, fósforo y potasio de liberación lenta con ello garantizamos el aporte de Nitrógeno días después de la emergencia, además cumplimos con los requerimientos de Potasio y un extra de fósforo.

3.12.5. Preparación del terreno

El terreno asignado para el desarrollo de los trabajos de investigación pertenece al Lote Nro. 3, mismo que posee las siguientes características:

- Superficie plana
- Disponibilidad de agua para riego tecnificado

El terreno se dimensionó de la siguiente manera: de 35 metros de largo y 14,6 metros de ancho mismo que fue dividido en 18 parcelas de 4.20 m x 5 m. cada una, dejando un espacio de 1 m alrededor de cada parcela que sirve de pasito para transitar libremente.

Las labores iniciaron en el mes de octubre con mes de anticipación con la finalidad de que el terreno se encuentre aireado y suelto para recibir la semilla, se realizó el paso de arado y dos pasadas de rastra. El primer paso de rastra tuvo la finalidad de incorporar estiércol que se aplicó a razón de 4000 kg/hectárea (204,4 kilogramos de estiércol por los 511 m²). El estiércol tiene la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo como así también la estructura del mismo.

3.12.6. Siembra

Preparada la cama de siembra el día 12 de noviembre se inició el trabajo de siembra con el paso del arado surcador, mismo que fue regulado a 70 cm entre discos, una vez formado los surcos se procedió a distribuir la semilla de forma manual. La semilla se colocó con una separación de 20 cm entre sí, posteriormente se tapó la semilla de forma manual con azadas procurando que queden enterradas a una profundidad de 5 cm para favorecer una rápida germinación.

3.12.7. Labores culturales

3.12.7.1. Raleo.- Se realizó con la finalidad de eliminar las plantas de maíz producto del cultivo antecesor, se eliminó toda planta que germinó anticipadamente (antes de los 5 días) y que tenían diferencia fenotípica. También se eliminaron las plantas deformes dicha actividad fue realizada cuando el cultivo tenía una altura aproximada de 25 a 30 cm.

3.12.7.2. Carpida y aporque.- El aporque es una labranza indispensable en el cultivo. Consiste en voltear la tierra del callejón de los surcos sobre la base del tallo de la planta, favoreciendo así un mayor anclaje de la planta al suelo, evitando el vuelco por acción del viento y mejora el control de malezas. La actividad se realizó antes del estadio V6 o cuando las plantas tienen 6 hojas verdaderas.

3.12.7.3. Desmalezado.- El control de malezas se realizará de manera manual, evitando que el cultivo en estudio tenga competencia en absorción de Agua y nutrientes.

3.12.8. Tratamientos fitosanitarios

3.12.8.1. Las plagas más importantes:

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Barrenador menor del maíz o corralito (*Elasmopalpus ignosellus*).

Elotero o gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*).

Gallina ciega (*Phyllophaga* sp).

Fuente: Zamorano, 1998.

3.12.9. Riegos

El agua es vital para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz. El Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.), cuenta con un sistema de Canal que provee de agua al predio, mismo que puede ser almacenada en un depósito de concreto mediante el uso de bomba para ser aplicado por sistema de riego tecnificado (Aspersión, goteo) o puede ser distribuido por canales internos y regar por gravedad.

Parte del Lote Nro. 3 cuenta con riego tecnificado, para ello se realizó la instalación de los aspersores a pocos días de haberse realizado la siembra de los ensayos. Sin embargo solo se utilizó un par de veces durante la emergencia del cultivo.

3.12.10. Cosecha

El maíz de la variedad kulli es utilizado principalmente como harina para poder preparar el conocido api, es por ello que la cosecha se realizó cuando el grano se encontraba totalmente maduro y con un porcentaje de humedad inferior al 13 %.

Otro factor que determinó la fecha de cosecha es la duración del ciclo, existen maíces de ciclo corto y de ciclo largo.

Los materiales colectados fueron cosechados entre la primer semana del mes de Marzo y la última semana del mismo mes, algunas mazorcas se cosecharon anticipadamente y fueron secadas al sol, debido al fuerte ataque de las aves conformada principalmente por palomas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo fueron en base a los descriptores para maíz desarrollado por la “Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos” (IBPGR) y el “Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo” (CIMMYT), cultivado en el Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.).

4.1. Caracterización en planta y mazorca de las 6 procedencias.

4.1.1. Tratamiento 1 (T1) maíz Kulli procedente de la Comunidad de Suipacha.

Tabla 12 *Caracterización en planta de procedencia Suipacha (T1)*

Características de la Planta	
Días a Floración Masculina.	71
Días a Floración Femenina.	80
Índice de macollamiento.	0
Color de tallo.	Morado
Pubescencia foliar.	Escasa
Longitud de la hoja. (cm)	57,8
Ancho de la hoja. (cm)	7,3
Orientación de la hoja.	Colgantes
Índice de Venación.	24
Nro. total, de hojas por planta.	10
Altura de Planta. (cm).	164,6
Altura de inserción de Mazorca. (cm).	99,7
Nro. de hojas arriba de la mazorca más alta.	10
Tipo de espiga.	Prim y Sec.
Longitud de la espiga. (cm)	28,5
Longitud del pedúnculo de la panoja. (cm)	4,7
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	16,8
Nro. de ramificaciones primarias en la espiga.	19

Tabla 13 Caracterización de mazorca y grano de procedencia Suipacha (T1)

Características en mazorca	
Tamaño de mazorca (cm)	9,21
Nro. de hileras	8
Diámetro (cm)	2,74
Nro. de granos por hilera	12
Peso de grano con mazorca (g)	13,96
Peso de grano sin mazorca (g)	11,63
Peso de mazorca (g)	4,50
Peso de 100 Semillas (g)	24,4
Forma de la mazorca	Cónico Cilíndrica
Disposición de las Hileras	Irregular
Características del grano	
Longitud (cm)	8,96
Ancho (cm)	8,96
Grosor (cm)	6,19
Tipo de grano	Corneo Dentado
Forma de la superficie del grano	Plano
	Redondo
Color de grano	Morado

Figura 20 Plantas y Mazorcas Tratamiento T1 procedente de Suipacha

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Tratamiento 2 (T2) maíz Kulli procedente de la Comunidad de San Lorencito.

Tabla 14 *Caracterización en planta de procedencia San Lorencito (T2)*

Características de la Planta	
Días a Floración Masculina.	62
Días a Floración Femenina.	69
Índice de macollamiento.	0
Color de tallo.	Morado
Pubescencia foliar.	Escasa
Longitud de la hoja. (cm)	67,7
Ancho de la hoja. (cm)	8,8
Orientación de la hoja.	Colgantes
Índice de Venación.	24
Nro. total, de hojas por planta.	10
Altura de Planta. (cm).	163,3
Altura de inserción de Mazorca. (cm).	95,4
Nro. de hojas arriba de la mazorca más alta.	10
Tipo de espiga.	Primaria - Secundaria
Longitud de la espiga. (cm)	33,5
Longitud del pedúnculo de la panoja. (cm)	6,1
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	18,2
Nro. de ramificaciones primarias en la espiga.	17

Tabla 15 Caracterización de mazorca y grano de procedencia San Lorencito (T2)

Características en mazorca	
Tamaño de mazorca (cm)	8,37
Nro. de hileras	9
Diámetro (cm)	3,23
Nro. de granos por hilera	13
Peso de grano con mazorca (g)	28,92
Peso de grano sin mazorca (g)	21,83
Peso de mazorca (g)	7,00
Peso de 100 Semillas (g)	25,2
Forma de la mazorca	Cónico Cilíndrica
Disposición de las Hileras	Irregular
Características del grano	
Longitud (cm)	9,16
Ancho (cm)	8,65
Grosor (cm)	5,72
Tipo de grano	Corneo Dentado
Forma de la superficie del grano	Redondo
Color de grano	Morado

Figura 21 Plantas y Mazorcas Tratamiento T2 procedente de San Lorencito

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Tratamiento 3 (T3) maíz Kulli procedente de la Comunidad de Jaramillo.

Tabla 16 *Caracterización en planta de procedencia Jaramillo (T3)*

Características de la Planta	
Días a Floración Masculina.	55
Días a Floración Femenina.	64
Índice de macollamiento.	0
Color de tallo.	Morado
Pubescencia foliar.	Escasa
Longitud de la hoja. (cm)	67,2
Ancho de la hoja. (cm)	7,9
Orientación de la hoja.	Colgantes
Índice de Venación.	22
Nro. total, de hojas por planta.	9
Altura de Planta. (cm).	132,5
Altura de inserción de Mazorca. (cm).	66,7
Nro. de hojas arriba de la mazorca más alta.	9
Tipo de espiga.	Primaria - Secundaria
Longitud de la espiga. (cm)	33,4
Longitud del pedúnculo de la panoja. (cm)	8,6
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	22,6
Nro. de ramificaciones primarias en la espiga.	12

Tabla 17 Caracterización en mazorca y grano de procedencia Jaramillo (T3)

Características en mazorca	
Tamaño de mazorca (cm)	9,81
Nro. de hileras	9
Diámetro (cm)	2,95
Nro. de granos por hilera	13
Peso de grano con mazorca (g)	25,55
Peso de grano sin mazorca (g)	19,67
Peso de mazorca (g)	5,88
Peso de 100 Semillas (g)	27,4
Forma de la mazorca	Cónico Cilíndrica
Disposición de las Hileras	Irregular
Características del grano	
Longitud (cm)	9,80
Ancho (cm)	6,90
Grosor (cm)	5,52
Tipo de grano	Corneo Dentado
Forma de la superficie del grano	Redondo Plano
Color de grano	Morado

Figura 22. Plantas y Mazorcas Tratamiento T3 procedente de Jaramillo

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Tratamiento 4 (T4) maíz Kulli procedente de la Comunidad de El Puesto.

Tabla 18 *Caracterización en planta de procedencia El Puesto (T4)*

Características de la Planta	
Días a Floración Masculina.	70
Días a Floración Femenina.	78
Índice de macollamiento.	0
Color de tallo.	Morado
Pubescencia foliar.	Escasa
Longitud de la hoja. (cm)	59,9
Ancho de la hoja. (cm)	8,2
Orientación de la hoja.	Colgantes
Índice de Venación.	26
Nro. total, de hojas por planta.	10
Altura de Planta. (cm).	170,5
Altura de inserción de Mazorca. (cm).	102,0
Nro. de hojas arriba de la mazorca más alta.	10
Tipo de espiga.	Primaria - Secundaria
Longitud de la espiga. (cm)	32,5
Longitud del pedúnculo de la panoja. (cm)	4,7
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	15,0
Nro. de ramificaciones primarias en la espiga.	19

Tabla 19 *Caracterización en mazorca y grano de procedencia El Puesto (T4)*

Características en mazorca	
Tamaño de mazorca (cm)	9,00
Nro. de hileras	8
Diámetro (cm)	2,76
Nro. de granos por hilera	10
Peso de grano con mazorca (g)	11,13
Peso de grano sin mazorca (g)	6,11
Peso de mazorca (g)	5,02
Peso de 100 Semillas (g)	29,2
Forma de la mazorca	Cónico Cilíndrica
Disposición de las Hileras	Irregular
Características del grano	
Longitud (cm)	10,19
Ancho (cm)	9,19
Grosor (cm)	5,92
Tipo de grano	Corneo Dentado
Forma de la superficie del grano	Redondo Plano
Color de grano	Morado

Figura 23 Plantas y Mazorcas Tratamiento T4 procedente de El Puesto



Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Tratamiento 5 (T5) maíz Kulli procedente de la Comunidad de Cañahuayco.

Tabla 20 Caracterización en planta de procedencia Cañahuayco (T5)

Características de la Planta	
Días a Floración Masculina.	65
Días a Floración Femenina.	70
Índice de macollamiento.	0
Color de tallo.	Morado
Pubescencia foliar.	Escasa
Longitud de la hoja. (cm)	72,7
Ancho de la hoja. (cm)	8,2
Orientación de la hoja.	Colgantes
Índice de Venación.	24
Nro. total, de hojas por planta.	10
Altura de Planta. (cm).	163,7
Altura de inserción de Mazorca. (cm).	94,4
Nro. de hojas arriba de la mazorca más alta.	10
Tipo de espiga.	Primaria - Secundaria

Longitud de la espiga. (cm)	34,9
Longitud del pedúnculo de la panoja. (cm)	6,7
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	17,7
Nro. de ramificaciones primarias en la espiga.	18

Tabla 21 *Caracterización en mazorca y grano de procedencia Cañahuayco (T5)*

Características en mazorca	
Tamaño de mazorca (cm)	10,99
Nro. de hileras	9
Diámetro (cm)	3,16
Nro. de granos por hilera	11
Peso de grano con mazorca (g)	25,56
Peso de grano sin mazorca (g)	17,64
Peso de mazorca (g)	8,00
Peso de 100 Semillas (g)	28,5
Forma de la mazorca	Cónico Cilíndrica
Disposición de las Hileras	Irregular
Características del grano	
Longitud (cm)	10,91
Ancho (cm)	9,09
Grosor (cm)	5,07
Tipo de grano	Corneo Dentado
Forma de la superficie del grano	Redondo Plano
Color de grano	Morado

Figura 24 Plantas y Mazorcas Tratamiento T5 procedente de Cañahuayco.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Tratamiento 6 (T6) Maíz Kulli procedente de la Comunidad de Chaupicancha.

Tabla 22 Caracterización en planta de procedencia Chaupicancha (T6)

Características de la Planta	
Días a Floración Masculina.	69
Días a Floración Femenina.	75
Índice de macollamiento.	0
Color de tallo.	Morado
Pubescencia foliar.	Escasa
Longitud de la hoja. (cm)	74,5
Ancho de la hoja. (cm)	9,5
Orientación de la hoja.	2
Índice de Venación.	26
Nro. total, de hojas por planta.	12
Altura de Planta. (cm).	219,1
Altura de inserción de Mazorca. (cm).	127,7
Nro. de hojas arriba de la mazorca más alta.	12
Tipo de espiga.	Primaria - Secundaria

Longitud de la espiga. (cm)	38,1
Longitud del pedúnculo de la panoja. (cm)	6,5
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	21,6
Nro. de ramificaciones primarias en la espiga.	19

Tabla 23 *Caracterización de mazorca y grano de procedencia Chaupicancha (T6)*

Características en mazorca	
Tamaño de mazorca (cm)	12,37
Nro. de hileras	11
Diámetro (cm)	3,51
Nro. de granos por hilera	18
Peso de grano con mazorca (g)	45,78
Peso de grano sin mazorca (g)	27,56
Peso de mazorca (g)	14,89
Peso de 100 Semillas (g)	26,1
Forma de la mazorca	Cónico Cilíndrica
Disposición de las Hileras	Irregular
Características del grano	
Longitud (cm)	10,04
Ancho (cm)	9,07
Grosor (cm)	5,43
Tipo de grano	Corneo Dentado
Forma de la superficie del grano	Redondo Plano
Color de grano	Morado, Amarillo, Rojo.

Figura 25. Plantas y Mazorcas Tratamiento T6 procedente de Chaupicancha.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis estadístico de las variables medidas en planta

4.2.1. Altura de planta expresada en centímetros

Tabla 24 Resultados de altura de planta expresada en centímetros

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	169,7	176,1	147,8	164,6
T2	San Lorencito	144,2	177,1	168,7	163,3
T3	Jaramillo	116,6	145,6	135,3	132,5
T4	El Puesto	189,9	160,8	160,9	170,5
T5	Cañahuayco	160,8	167,6	162,7	163,7
T6	Chaupicancha	205,9	238,3	213,2	219,1

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para la variable altura de planta (tabla 24) muestran que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha presentó altura mayor con 219,1 cm, seguido del tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad del El Puesto con un valor de 170,5 y la altura menor se observó en el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo con un valor promedio de 132,5 cm.

Tabla 25 *Análisis de la Varianza para la Variable altura de planta medida en antesis*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12454,41	7	1779,20	9,12	0,0012*
Tratamiento	11784,28	5	2356,86	12,07	0,0006**
Bloques	670,13	2	335,07	1,72	0,2286NS
Error	1951,93	10	195,19		
Total	14406,34	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Los valores colectados durante la ejecución del ensayo, fueron sometidos al análisis de varianza, donde se demuestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en el desarrollo de la altura de planta, sin embargo no existe diferencias significativas entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 8,27% valor aceptable para diseños experimentales.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=39,62155

Error: 195,1932 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Chaupicancha	219,13	3	8,07	A
El Puesto	170,53	3	8,07	B
Suipacha	164,53	3	8,07	B
Cañahuayco	163,70	3	8,07	B

San Lorencito	163,33	3	8,07	B
Jaramillo	132,50	3	8,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se encontró que el tratamiento 6 (T6), procedente de la comunidad de Chaupicancha presenta una mayor altura de planta con un valor de 219,13 metros, mientras que los demás tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 no tienen diferencias estadísticas entre sí.

4.2.2. Número de hojas por planta

Tabla 26 Resultados de número de hojas por planta.

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	11	11	10	10
T2 San Lorencito	10	10	10	10
T3 Jaramillo	9	9	8	9
T4 El Puesto	11	10	10	10
T5 Cañahuayco	11	10	10	10
T6 Chaupicancha	12	12	12	12

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados obtenidos para el número de hojas por planta (Tabla 26), se observó que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha presenta el mayor valor medio con 12 hojas/planta, y el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad Jaramillo presentó el menor valor con 9 hojas/planta.

Tabla 27 Análisis de la Varianza para la Variable Número de hojas por planta medida en antesis

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,67	7	2,67	20,00	<0,0001**
Tratamiento	17,33	5	3,47	26,00	<0,0001**
Bloques	1,33	2	0,67	5,00	0,0313*
Error	1,33	10	0,13		
Total	20,00	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Tras un análisis de varianza de los datos colectados durante el desarrollo del ensayo encontramos que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número de hojas por plantas y diferencias significativas entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 3,53 % valor aceptable para diseños experimentales.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,03554

Error: 0,1333 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Chaupicancha	12,00	3	0,21	A
Suipacha	10,67	3	0,21	B
El Puesto	10,33	3	0,21	B
Cañahuayco	10,33	3	0,21	B
San Lorencito	10,00	3	0,21	B
Jaramillo	8,67	3	0,21	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se encontró que el tratamiento T6 procedente de la comunidad de Chaupicancha presenta un mayor número de hojas por planta con un valor de 12 hojas, mientras que los tratamientos T1 (Suipacha), T2 (San Lorencito), T4 (El Puesto) y T5 (Cañahuayco) con un número medio de hojas por planta y el tratamiento T3 (Jaramillo) con un número menor de hojas por planta.

4.2.3. Longitud de hoja que sobresale de la mazorca más alta

Tabla 28 Resultados de la longitud de hoja

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	54,7	63,1	55,6	57,8
T2 San Lorencito	58,6	73,2	71,2	67,7
T3 Jaramillo	57,2	71,0	73,3	67,2
T4 El Puesto	61,1	55,9	62,7	59,9
T5 Cañahuayco	69,1	73,6	75,6	72,7
T6 Chaupicancha	74,7	76,9	71,8	74,5

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados obtenidos en longitud de hoja (Tabla 28), se muestra que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha presento la mayor longitud de hoja con 74,5 cm seguido del tratamiento 5 (T5) procedente de la comunidad de Cañahuayco con una longitud de 72,7 cm, siendo el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha la de menor longitud con 57,8cm.

Tabla 29 Análisis de la Varianza para la Variable Longitud de hoja

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	820,54	7	117,22	5,08	0,0108*
Tratamiento	671,09	5	134,22	5,82	0,0090**
Bloques	149,45	2	74,73	3,24	0,0822ns
Error	230,57	10	23,06		
Total	1051,12	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Tras la medición desde la lígula al ápice de la hoja que sobresale de la mazorca más alta se colectó valores que se sometieron al análisis de varianza, donde se demuestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la longitud de hoja, sin embargo no existe diferencias significativas entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 7,21% valor aceptable para diseños experimentales.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,61766

Error: 23,0572 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Chaupicancha	74,47	3	2,77	A		
Cañahuayco	72,77	3	2,77	A	B	
San Lorencito	67,67	3	2,77	A	B	C
Jaramillo	67,17	3	2,77	A	B	C
El Puesto	59,90	3	2,77		B	C
Suipacha	57,80	3	2,77			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la variable largo de hoja se observa que el tratamiento T6 (Chaupicancha) tiene el valor mayor, mientras que los T5 (Cañahuayco), T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo) y T4 (El Puesto), tienen valores intermedios y el tratamiento T1 (Suipacha) es el de menor largo de hoja observado.

4.2.4. Ancho de hoja que sobresale de la mazorca más alta

Tabla 30 Resultados de ancho de hoja

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	7,8	7,3	6,8	7,3
T2	San Lorencito	8,4	9,1	9,1	8,8
T3	Jaramillo	7,6	8,1	8,1	7,9
T4	El Puesto	9,0	7,5	8,0	8,2
T5	Cañahuayco	7,1	8,8	8,6	8,2
T6	Chaupicancha	9,9	9,3	9,1	9,5

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el ancho de hoja (Tabla 30) se observa que el valor mayor corresponde al tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha, con un ancho de hoja promedio de 9,5 cm, seguido del tratamiento 2 (T2), procedente de la comunidad de San Lorencito con un ancho promedio de 8,8 cm y siendo el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha quien menor valor presento con un promedio de 7,3 cm de ancho.

Tabla 31 Análisis de la Varianza para la Variable Ancho de hoja

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,54	7	1,22	2,83	0,0663ns
Tratamiento	8,53	5	1,71	3,96	0,0306ns
Bloques	0,01	2	0,01	0,02	0,9847ns
Error	4,31	10	0,43		
Total	12,85	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Después de realizar el análisis de varianza de los datos colectados durante el desarrollo del ensayo encontramos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para el número de hojas por plantas y ni diferencias significativas entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 7,89 % valor aceptable para diseños experimentales. Estos resultados demuestran que la procedencia no influyen en la variable ancho de la hoja medido desde la lígula al ápice de la hoja que sobresale de la mazorca más alta lo que permite inferir que es una característica típica de la variedad.

4.2.5. Índice de Área foliar IAF

Tabla 32 Resultados de IAF

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	0,23	0,28	0,26	0,26
T2 San Lorencito	0,63	1,02	0,84	0,83
T3 Jaramillo	0,55	0,55	0,84	0,65
T4 El Puesto	0,39	0,18	0,32	0,30
T5 Cañahuayco	0,90	0,49	0,81	0,73
T6 Chaupicancha	2,23	2,40	2,68	2,44

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el Índice de Área Foliar (IAF) (Tabla 32) muestran que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad Chaupicancha, es quien presentó el mayor, con un IAF de 2,44 y el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha presento el menor valor con un IAF de 0.26.

Tabla 33 *Análisis de la Varianza para el Índice de Área Foliar*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,76	7	1,39	50,37	<0,0001**
Tratamiento	9,69	5	1,94	69,98	<0,0001**
Bloques	0,08	2	0,04	1,37	0,2990ns
Error	0,28	10	0,03		
Total	10,04	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo, mismos que fueron evaluados mediante un análisis de varianza muestran que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el Índice de Área Foliar (IAF) y que no presenta diferencias entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 19,2 % valor aceptable para diseños experimentales.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47191

Error: 0,0277 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Chaupicancha	2,44	3	0,10	A
San Lorencito	0,83	3	0,10	B
Cañahuayco	0,73	3	0,10	B C
Jaramillo	0,65	3	0,10	B C D
El Puesto	0,30	3	0,10	C D
Suipacha	0,26	3	0,10	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados muestran que el Tratamiento T6 (Chaupicancha) con un valor de 2,44 siendo el valor mayor para la variable índice de área foliar y que los tratamientos T2 (San Lorencito), T5 (Cañahuayco), T3 (Jaramillo) y T4 (El Puesto) tiene un valor intermedio de índice de Área foliar (IAF), por último el tratamiento T1 (Suipacha) tiene el menor valor con 0,26 de índice de área foliar. Con lo anterior podemos deducir que el tratamiento T6 (Chaupicancha) tiene mayor oportunidad de mejorar la capacidad fotosintética y con ello obtener mayor biomasa o rendimiento, mientras que los tratamientos con un bajo IAF tendrán menos posibilidades de una alta producción.

4.2.6. Días a Floración Masculina

Tabla 34 Resultados de Días a Floración masculina

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	72	71	68	71
T2 San Lorencito	62	61	63	62
T3 Jaramillo	56	54	56	55
T4 El Puesto	73	68	68	70
T5 Cañahuayco	66	64	64	65
T6 Chaupicancha	69	70	68	69

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para días a floración masculina (Tabla 34) muestran que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha, tiene el valor mayor en promedio 71 días para la floración masculina seguido del tratamiento 2 y tratamiento 6 y el menor valor de número de días a floración se observa en el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo necesitando un valor promedio de 55 días.

Tabla 35 *Análisis de la Varianza para días a Floración Masculina*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	518,17	7	74,02	33,14	<0,0001**
Tratamiento	505,83	5	101,17	45,30	<0,0001**
Bloques	12,33	2	6,17	2,76	0,1110ns
Error	22,33	10	2,23		
Total	540,50	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Los datos tomados durante el desarrollo del ensayo, evaluados mediante un análisis de varianza indican que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número de días a floración masculina medido cuando el 50% de las plantas han liberado el polen y que no existe diferencias entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 2,29% siendo un valor aceptable para diseños experimentales

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,23815

Error: 2,2333 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Suipacha	70,33	3	0,86	A
El Puesto	69,67	3	0,86	A
Chaupicancha	69,00	3	0,86	A
Cañahuayco	64,67	3	0,86	B
San Lorencito	62,00	3	0,86	B
Jaramillo	55,33	3	0,86	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la variable días a floración masculina se observa que los tratamientos T1 (Suipacha), T4 (El Puesto) y T6 (Chaupicancha) necesitan un mayor número de días para llegar a floración con 70,33 días, 69,67 y 69 días respectivamente, los tratamientos los, T5 (Cañahuayco) y T2 (San Lorencito) necesitan un número intermedio de días para llegar a floración, siendo el tratamiento T3 (Jaramillo) el que menos días requiere para llegar a floración con un valor de 55,33 días. Esto indica que este último, tiene un ciclo corto y que necesita menos GDU (Growing Degree Units – unidades diarias de calor) para florecer y que los tratamientos T1, T4 y T6 son de ciclo más largo y requiere mayor GDU (Growing Degree Units – unidades diarias de calor) para florecer.

4.2.7. Días a Floración Femenina

Tabla 36 Resultados de Días a Floración Femenina

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	81	81	79	80
T2 San Lorencito	70	68	69	69
T3 Jaramillo	64	62	65	64
T4 El Puesto	81	76	77	78
T5 Cañahuayco	68	70	70	70
T6 Chaupicancha	71	78	77	75

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para días a floración Femenina (Tabla 36) muestran que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha, tiene el valor mayor en promedio 80 días para la floración masculina seguido del tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad de el puesto y el menor valor de número de días a floración femenina se observa en el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo necesitando un valor promedio de 64 días.

Tabla 37 Análisis de la Varianza para días a Floración Femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	600,06	7	85,72	15,81	0,0001**
Tratamiento	599,61	5	119,92	22,12	<0,0001**
Bloques	0,44	2	0,22	0,04	0,9600ns
Error	54,22	10	5,42		
Total	654,28	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Los datos tomados durante el desarrollo del ensayo, evaluados mediante un análisis de varianza indican que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número de días a floración masculina medido cuando el 50% de las plantas tienen los estigmas emergidos y que no existe diferencias entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 3,21% siendo un valor aceptable para diseños experimentales.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,60371

Error: 5,4222 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Suipacha	80,33	3	1,34	A	
El Puesto	78,00	3	1,34	A	
Chaupicancha	75,33	3	1,34	A	B
Cañahuayco	69,33	3	1,34		B C
San Lorencito	69,00	3	1,34		B C
Jaramillo	63,67	3	1,34		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la variable días a floración femenina se observa que los tratamientos T1 (Suipacha) y T4 (El Puesto) necesitan un mayor número de días para llegar a floración con 80,33

días y 78,00 días respectivamente, los tratamientos los T6 (Chaupicancha), T5 (Cañahuayco) y T2 (San Lorencito) necesitan un número intermedio de días para llegar a floración, siendo el tratamiento T3 (Jaramillo) el que menos días requiere para llegar a floración con un valor de 63,67 días. Esto indica que este último, tiene un ciclo corto y que necesita menos GDU (Growing Degree Units – unidades diarias de calor) para florecer y que los tratamientos T1 y T4 son de ciclo más largo y requiere mayor GDU (Growing Degree Units – unidades diarias de calor) para florecer.

4.3. Análisis estadístico de las variables medidas en Mazorca

4.3.1. Tamaño de Mazorca

Tabla 38 Resultados de longitud de mazorca en centímetros

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	11,8	6,7	8,4	9,0
T2	San Lorencito	7,2	9,0	8,9	8,4
T3	Jaramillo	8,8	10,8	9,9	9,8
T4	El Puesto	9,0	9,2	8,8	9,0
T5	Cañahuayco	13,5	11,3	8,2	11,0
T6	Chaupicancha	11,3	13,6	12,2	12,4

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en longitud de la mazorca (Tabla 38), muestra que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha con un valor de 12,4 cm seguido del tratamiento 5 (T5) procedente de la comunidad de Cañahuayco, siendo el tratamiento 2 (T2) procedente de la comunidad de San Lorencito quien menor tamaño de mazorca presentó con 8,4 cm.

Tabla 39 Análisis de la Varianza para Longitud de la mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,23	7	5,18	1,62	0,2357ns

Tratamiento	33,80	5	6,76	2,12	0,1466ns
Bloques	2,43	2	1,22	0,38	0,6927ns
Error	31,95	10	3,19		
Total	68,18	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Realizando el respectivo análisis de varianza para el tamaño de mazorca, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 18 % valor aceptable para diseños experimentales.

Estos resultados demuestran que la procedencia no influyen en la variable tamaño de mazorca más alta lo que permite inferir que es una característica típica de la variedad en condiciones agroclimáticas del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.).

4.3.2. Diámetro de la mazorca

Tabla 40 Resultados de Diámetro de la Mazorca en centímetros

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	2,93	2,6	2,9	2,8
T2 San Lorencito	2,95	3,1	3,6	3,2
T3 Jaramillo	2,93	3,2	2,7	2,9
T4 El Puesto	2,40	3,1	2,8	2,8
T5 Cañahuayco	3,38	2,6	3,5	3,2
T6 Chaupicancha	2,90	4,1	3,6	3,5

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el diámetro de la mazorca (Tabla 40), muestran que el mayor valor se presenta en mazorcas del tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha con 3,5 cm de diámetro, seguidos de los tratamientos 2 y

5, con un diámetro medio de 3,2 cm, las mazorcas de menor diámetro se presentaron en los tratamientos 1 y 4, procedente de la comunidad de Suipacha y El Puesto respectivamente con un diámetro medio de 2,8 cm.

Tabla 41 *Análisis de la Varianza para el diámetro de mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,55	7	0,22	1,34	0,3267ns
Tratamiento	1,36	5	0,27	1,64	0,2370ns
Bloques	0,19	2	0,10	0,59	0,5736ns
Error	1,66	10	0,17		
Total	3,21	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Realizando el respectivo análisis de varianza para el diámetro de la mazorca, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 13,31 % valor aceptable para diseños experimentales.

Estos resultados demuestran que la procedencia no influyen en la variable diámetro de mazorca que permite inferir que es una característica típica de la variedad en condiciones agroclimáticas del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.).

4.3.3. Número de Hileras

Tabla 42 Resultados de número de hileras por mazorca

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	8	7	7	7
T2	San Lorencito	8	10	11	10
T3	Jaramillo	9	10	8	9
T4	El Puesto	5	9	9	8
T5	Cañahuayco	11	6	11	9
T6	Chaupicancha	9	13	11	11

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el número de hileras por mazorca (Tabla 42), muestran que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha presenta el mayor valor para número de hileras, con un promedio de 11 hileras por mazorca, seguido del tratamiento 2 (T2) procedente de la comunidad de San Lorencito con 10 hileras por mazorca y el menor valor se observó en el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha con un promedio de 7 hileras por mazorca.

Tabla 43 Análisis de la varianza para el número de hileras de la mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,67	7	4,52	1,18	0,3923ns
Tratamiento	27,33	5	5,47	1,43	0,2954ns
Bloques	4,33	2	2,17	0,57	0,5854ns
Error	38,33	10	3,83		
Total	70,00	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Realizando el respectivo análisis de varianza para el número de hileras de mazorca, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 21,75 % valor aceptable para diseños experimentales.

Estos resultados demuestran que la procedencia no influyen en la variable número de hilera de mazorca que permite inferir que es una característica típica de la variedad en condiciones agroclimáticas del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.).

4.3.4. Número de grano por Hilera

Tabla 44 Resultados para número de granos por hilera

Tratamiento	Bloques			Media
	I	II	III	
T1 Suipacha	14	10	12	12
T2 San Lorencito	10	14	15	13
T3 Jaramillo	13	15	11	13
T4 El Puesto	6	15	10	10
T5 Cañahuayco	13	9	12	11
T6 Chaupicancha	12	24	18	18

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el número de granos por hilera (Tabla 44), muestran que el mayor valor se observa en el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha con 18 granos/hilera seguidos de los tratamientos 2 y 3 procedente de la comunidad de San Lorencito y Jaramillo con un valor de 13 granos/hilera y el menor valor se observa en el tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad de El Puesto con un valor de 10 granos/hilera.

Tabla 45 *Análisis de la Varianza para el número de hileras de la mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	137,72	7	19,67	1,62	0,2350ns
Tratamiento	107,61	5	21,52	1,78	0,2056ns
Bloques	30,11	2	15,06	1,24	0,3298ns
Error	121,22	10	12,12		
Total	258,94	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Realizando el respectivo análisis de varianza para el número de grano por hilera de mazorca, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 26,90 % valor aceptable para diseños experimentales.

Estos resultados demuestran que la procedencia no influye en la variable número de granos por hilera de mazorca que permite inferir que es una característica típica de la variedad en condiciones agroclimáticas del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.).

4.3.5. Peso de grano sin Mazorca

Tabla 46 *Resultados para peso de grano sin mazorca en gramos*

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	19,3	8,7	16,5	14,8
T2	San Lorencito	17,0	25,3	44,5	28,9
T3	Jaramillo	23,3	36,0	17,4	25,6
T4	El Puesto	8,4	13,0	12,0	11,1
T5	Cañahuayco	28,5	17,5	30,7	25,6
T6	Chaupicancha	23,0	74,0	40,3	45,8

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el peso de grano sin mazorca (Tabla 46), se muestra que el mayor valor se observa en el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha con un peso de 45gr/mazorca, seguido del tratamiento 2 (T2) procedente de la comunidad de San Lorencito con un peso de 28,9 gr/mazorca y el menor valor se observa en el tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad de El Puesto con un peso de 11,1 gr/mazorca.

Tabla 47 *Análisis de la Varianza para el peso de grano sin mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	814,25	7	116,32	0,89	0,5456
Tratamiento	594,78	5	118,96	0,91	0,5097
Bloques	219,47	2	109,73	0,84	0,4589
Error	1301,83	10	130,18		
Total	2116,08	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Realizando el respectivo análisis de varianza para el peso de grano sin mazorca, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 45 % valor que no es aceptable para diseños experimentales.

Los resultados obtenidos para la variable peso de grano sin mazorca indican que la procedencia no tiene efecto en su expresión en condiciones agroclimáticas del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.). Sin embargo se observa que el coeficiente de variación tiene un valor atípico siendo este de 45 %, con ello se asume que los datos colectados tienen baja confiabilidad, pero este fenómeno es a consecuencia de una mala adaptación de la variedad en el sitio donde se ejecutó el presente ensayo.

4.3.6. Peso de 100 semillas en gramos

Tabla 48 *Peso de 100 semillas en gramos*

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	25,91	22,83	21,76	23,50
T2	San Lorencito	25,12	18,70	31,88	25,23
T3	Jaramillo	26,17	27,13	29,00	27,43
T4	El Puesto	20,50	37,83	0,00	19,44
T5	Cañahuayco	18,98	35,75	30,67	28,46
T6	Chaupicancha	25,33	26,50	26,38	26,07

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para peso de 100 semillas (Tabla 48), muestra que el mayor valor se observa en el tratamiento 5 (T5) procedente de la comunidad de Cañahuayco con un peso de 28,46 gr/100sem seguido del tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo con un peso de 27,43 gr/100sem y el menor valor se observó en el tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad de El Puesto con un peso de 14,44 gr/100sem.

Tabla 49 *Análisis de la Varianza para el peso de 100 semillas en gramos*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	253,88	7	36,27	0,41	0,8742ns
Tratamiento	161,75	5	32,35	0,37	0,8597ns
Bloques	92,13	2	46,06	0,52	0,6080ns
Error	880,53	10	88,05		
Total	1134,40	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Realizando el respectivo análisis de varianza para el peso de 100 semillas, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones o bloques. El coeficiente de variación obtenido es de 39,45% valor que no es aceptable para diseños experimentales.

Los resultados obtenidos para la variable peso de 100 semillas indican que la procedencia no tiene efecto en su expresión en condiciones agroclimáticas del Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.). Sin embargo se observa que el coeficiente de variación tiene un valor atípico siendo este de 37,62 %, con ello se asume que los datos colectados tienen baja confiabilidad, pero este fenómeno es a consecuencia de una mala adaptación de la variedad en el sitio donde se ejecutó el presente ensayo.

4.4. Análisis de variables cualitativas medidas en planta

4.4.1. Orientación de las hojas después de floración

Tabla 50 *Orientación de la hoja*

Tratamiento	Orientación de hoja
T1 Suipacha	Colgante (2)
T2 San Lorencito	
T3 Jaramillo	
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	
T6 Chaupicancha	

Fuente: Elaboración propia.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo fueron tomados después de floración pudiendo ser de dos tipos:

- 1.- Erectas
- 2.- Colgantes

Para la variable orientación de hoja después de floración se observa que todos los tratamientos presentan hojas colgantes, pudiendo inferir que es una característica típica de la variedad y no influencia de la procedencia.

4.4.2. Tamaño de Panoja

Tabla 51 *Tamaño de Panoja*

Tratamiento	Tamaño de la espiga
T1 Suipacha	Pequeña a mediana (4)
T2 San Lorencito	
T3 Jaramillo	
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	
T6 Chaupicancha	Mediano a Grande (6)

Fuente: Elaboración propia.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo fueron tomados en estado lechoso pudiendo ser de tres tipos:

3.- Pequeña

5.- Mediana

7.- Grande

Para la variable tamaño de espiga medido en estado lechoso se observan valores intermedios pudiendo interpretar que los tratamientos T1 (Suipacha), T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo), T4 (El Puesto) y T5 (Cañahuayco) tienen un valor de 4 lo que indica que las espigas tiene un tamaño intermedio entre pequeñas y medianas. Mientras que el tratamiento T6 (Chaupicancha) tiene un tamaño intermedio entre medianas y grandes.

4.5. Análisis de variables cualitativas medidas en mazorca

4.5.1. Forma de la mazorca más alta

Tabla 52. Análisis de la Longitud de la mazorca más alta

Tratamiento	Forma
T1 Suipacha	Cilíndrica-cónica (2)
T2 San Lorencito	
T3 Jaramillo	
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	
T6 Chaupicancha	

Fuente: Elaboración propia.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo para la variable Forma de la mazorca más alta pudieron variar entre:

1 Cilíndrica

2 Cilíndrica-cónica

3 Cónica

4 Esférica

Para la variable forma de la mazorca más alta se observa que todas las mazorcas colectadas tuvieron forma Cilíndrica – cónica, deduciendo que la forma es típica de la variedad kulli y no tiene efecto de la procedencia.

4.5.2. Disposición de hileras de granos la mazorca

Tabla 53 Análisis de la disposición de las hileras en la mazorca

Tratamiento	Disposición
T1 Suipacha	Irregular (2)
T2 San Lorencito	
T3 Jaramillo	
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	
T6 Chaupicancha	

Fuente: Elaboración propia.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo para la variable disposición de las hileras de grano medido en la mazorca más alta pudieron variar entre:

- 1 Regular
- 2 Irregular
- 3 Recta
- 4 En espiral

Para la variable disposición de las hileras de grano medido en la mazorca más alta se observa que todas las mazorcas colectadas tuvieron una disposición de tipo irregular, deduciendo que la forma es típica de la variedad kulli y no tiene efecto de la procedencia.

4.5.3. Tipo de grano

Tabla 54 Análisis del tipo de grano

Tratamiento	Tipo
T1 Suipacha	Corneo Dentado
T2 San Lorencito	
T3 Jaramillo	
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	Dentado Harinoso
T6 Chaupicancha	

Fuente: (Elaboracion propia)

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo para la variable tipo de grano pudieron variar entre:

- 1 Harinoso
- 2 Semiharinoso (morocho), con una capa externa de endosperma duro
- 3 Dentado
- 4 Semidentado; entre dentado y cristalino, pero más parecido al dentado
- 5 Semicristalino; cristalino de capa suave

6 Cristalino

7 Reventador

8 Dulce

9 Opaco-2 (QPM: maíz con alta calidad de proteína)

10 Tunicado

11 Ceroso

Para la variable tipo de grano medido de la mazorca más alta se observa que los tratamientos T1 (Suipacha), T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo) y T4 (El Puesto) se observan granos de tipo Corneo Dentado y que los tratamientos T5 (Cañahuayco) T6 (Chaupicancha) presentan granos de tipo Dentado Harinoso.

4.5.4. Forma de la superficie de grano

Tabla 55 Análisis de la forma superficial del grano

Tratamiento	Forma
T1 Suipacha	Redondo Plano
T2 San Lorencito	Redondo
T3 Jaramillo	Redondo Plano
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	
T6 Chaupicancha	

Fuente: Elaboración propia.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo para la variable forma de la superficie del grano pudieron variar entre:

1 Contraído

4 Redondo

2 Dentado

5 Puntigudo

3 Plano

6 Muy puntigudo

Para la variable forma de la superficie de grano medido de la mazorca más alta se observa que los tratamientos presentan principalmente 2 formas que son la de tipo plano y redondeado. Siendo esta una característica típica de la Variedad Kulli y no tiene efecto de la procedencia.

4.5.5. Color de grano

Tabla 56 *Análisis del color de grano*

Tratamiento	Color de Grano
T1 Suipacha	Morado
T2 San Lorencito	
T3 Jaramillo	
T4 El Puesto	
T5 Cañahuayco	
T6 Chaupicancha	Morado Rojizo Amarillo

Fuente: Elaboración propia.

Los datos colectados durante el desarrollo del presente ensayo para la color del grano pudieron variar entre:

- | | |
|------------|---------------|
| 1 Blanco | 6 Anaranjado |
| 2 Amarillo | 7 Moteado |
| 3 Morado | 8 Capa blanca |
| 4 Jaspeado | 9 Rojo |
| 5 Café | |

Para la variable color del grano medido de la mazorca más alta se observa que los tratamientos T1 (Suipacha), T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo), T4 (El Puesto) y T5 (Cañahuayco) presentan el color típico de la variedad Kulli que es el grano de color morado, mientras que el T6 (Chaupicancha), si bien presentan granos de color morado, también se pudo observar granos de color rojo, crema y amarillo claro, pudiendo deducir que el material colectado en la comunidad de Chaupicancha no era puro. Dicho de otra manera, la semilla colectada posee caracteres genéticos de otras variedades además del kulli.

4.6. Rendimiento

Tabla 57 Resultados de Rendimiento

Tratamiento		Bloques			Media
		I	II	III	
T1	Suipacha	0,420	0,320	0,464	0,401
T2	San Lorencito	0,344	0,520	0,976	0,613
T3	Jaramillo	0,520	0,611	0,343	0,491
T4	El Puesto	0,337	0,273	0,309	0,306
T5	Cañahuayco	0,464	0,185	0,518	0,389
T6	Chaupicancha	0,223	2,014	1,356	1,198

Fuente: Elaboración propia.

La variable rendimiento es muchas veces lo más esperado en un trabajo de investigación y es el componente crucial a la hora de seleccionar una variedad a producir, porque el productor se juega el ingreso económico de la campaña y dependiendo de la zona es muchas veces el único ingreso del año debido a los fuertes fríos del invierno.

Los resultados de rendimiento del presente ensayo no fueron los esperados, siendo afectado principalmente por factores que no pueden ser modificados por el hombre

como por ejemplo el clima. Pese a haber conducido el ensayo con el mayor cuidado y dedicación, la mayor parte de la producción terminó en pérdida.

Figura 26 Rendimiento de grano en toneladas/hectárea según su procedencia.



Fuente: Elaboración propia.

Los tratamientos T1 (Suipacha), T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo), T4 (El Puesto) y T5 (Cañahuayco) fueron gravemente afectados por las condiciones climáticas, mismas que acortaron el ciclo normal del cultivo por una senescencia anticipada. Por otra parte el tratamiento T6 (Chaupicancha) fue el tratamiento que mejor comportamiento tuvo, su ciclo no fue tan afectado como los antes mencionados, sin embargo hay cuestiones que se evaluaron y que permiten afirmar que esta procedencia no puede ser recomendada para la producción maíz de la variedad kulli.

4.6.1. Análisis estadístico del rendimiento

Tabla 58 Análisis de la varianza para el rendimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,90	7	0,27	1,62	0,2355ns
Tratamiento	2,55	5	0,32	1,91	0,1789ns
Bloques	0,34	2	0,15	0,89	0,4404ns
Error	1,62	10	0,17		
Total	4,51	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Los valores colectados durante la ejecución del ensayo, fueron sometidos al análisis de varianza, donde se demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los bloques o repeticiones para la variable rendimiento tn/ha el coeficiente de variación obtenido es de 72,15% valor que es demasiado alto para diseños experimentales.

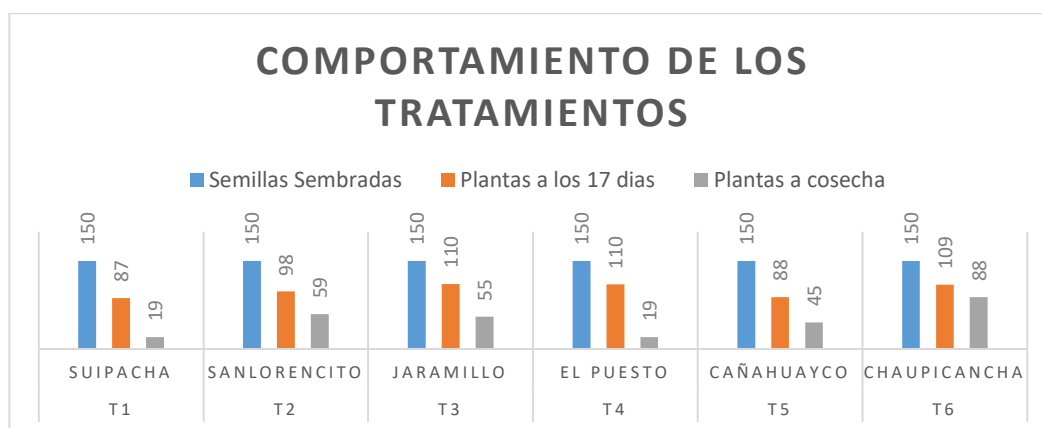
El porcentaje de variación tan elevado puede ser explicado por el estrés hídrico que sufrió el cultivo causado por un exceso de humedad y altas temperaturas observadas en la campaña 2021 – 2022.

4.7. Discusión sobre los datos obtenidos para la variable Rendimiento

El rendimiento bajo, puede ser explicado por los siguientes aspectos:

4.7.1. Número de plantas que llegan a cosecha

Figura 27 Gráfico de columnas donde se observa pérdida de plantas durante el ciclo.



Fuente: Elaboración propia.

Al momento de la implantación del ensayo se sembraron 25 plantas por surco pretendiendo trabajar con una densidad de 70000 plantas por hectárea, sin embargo este número se fue reduciendo y con ello una menor densidad.

Tabla 59 *Número de plantas a lo largo del ciclo*

Tratamiento	Número inicial de semilla – Densidad (sem/ha)	Nro. De plantas emergidas – Densidad (plantas/ha)	Nro. De plantas a cosecha Densidad (plantas/ha)
T1 Suipacha	150 (70000 sem/ha)	87 (41000 pl/ha)	19 (9200 pl/ha)
T2 San Lorencito	150 (70000 sem/ha)	98 (46500 pl/ha)	59 (28000 pl/ha)
T3 Jaramillo	150 (70000 sem/ha)	110 (52500 pl/ha)	55 (26000 pl/ha)
T4 El Puesto	150 (70000 sem/ha)	110 (52500 pl/ha)	19 (9200 pl/ha)
T5 Cañahuayco	150 (70000 sem/ha)	88 (42000 pl/ha)	45 (21000 pl/ha)
T6 Chaupicancha	150 (70000 sem/ha)	109 (52000 pl/ha)	88 (4200 pl/ha)

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la anterior tabla, podemos encontrar que hay dos etapas en las que se observan reducción de plantas, mismas que son analizadas a continuación:

Etapas 1: Comprende desde la siembra hasta el momento de la emergencia de todas las plantas (17 días posteriores a la siembra), en este periodo se puede mencionar que el primer factor que puede reducir el número de plantas implantadas es el porcentaje de germinación.

Porcentaje de germinación.- Las semillas colectadas presentaron un porcentaje de germinación variado.

Tabla 60 *Porcentaje de Germinación según procedencia de Maíz variedad kulli*

Tratamiento	% de Germinación
T1 Suipacha	80
T2 San Lorencito	91
T3 Jaramillo	95
T4 El Puesto	92
T5 Cañahuayco	67
T6 Chaupicancha	98

Fuente: (Subía, 2021)

Los tratamientos, T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo), T4 (El Puesto) y T6 (Chaupicancha) obtuvieron un porcentaje de germinación superior al 90%, mientras que el tratamiento T1 (Suipacha) y T5 (Cañahuayco) obtuvieron un porcentaje inferior a 80%.

4.7.2. Análisis de varianza para el número de plantas emergidas

Realizado el análisis de varianza para el número de plantas emergidas se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y entre las repeticiones o bloques. En el análisis se obtuvo un coeficiente de variación de 6.37% siendo un porcentaje aceptable para trabajos de investigación.

Tabla 61 *Análisis de la Varianza para el número de plantas emergidas*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2754,89	7	393,56	9,61	0,0010**
Tratamiento	1831,78	5	366,36	8,95	0,0019**
Bloques	923,11	2	461,56	11,27	0,0027**
Error	409,56	10	40,96		
Total	3164,44	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,14912

Error: 40,9556 gl: 10

Tratamiento	medias	n	e. e.		
Jaramillo	110,33	3	3,69	A	
El Puesto	110,00	3	3,69	A	
Chaupicancha	109,33	3	3,69	A	
San Lorencito	98,00	3	3,69	A	B
Cañahuayco	88,33	3	3,69		B
Suipacha	86,67	3	3,69		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

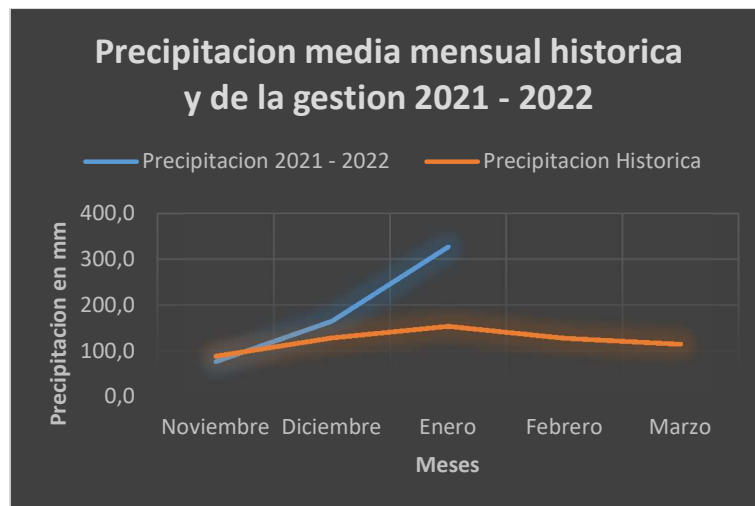
En la prueba de Tukey al 5% para el número de plantas emergidas a los 17 días se observa que los tratamientos T3 (Jaramillo), T4 (El Puesto), T6 (Chaupicancha) y T2 (San Lorencito), tienen un número mayor de plantas emergidas, mientras que los tratamientos T5 (Cañahuayco) y T1 (Suipacha) tiene un menor número de plantas emergidas, coincidiendo estos últimos con el bajo porcentaje de Germinación.

Etapa 2: Comprende desde la emergencia de todas las plantas (17 días posteriores a la siembra) hasta el día de cosecha, en este periodo se puede mencionar que los fenómenos que incidieron en la pérdida de rendimiento fueron la pérdida de plantas y la pérdida de mazorcas, siendo el factor más importante “la precipitación”.

Perdida de plantas.- Realizando un análisis de los datos climáticos proporcionados por La Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN) y del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), observamos que en la imagen Nro. 28 como son los promedios mensuales de precipitación que comparados con la imagen Nro. 29 donde se muestra la precipitación mensual de los meses noviembre,

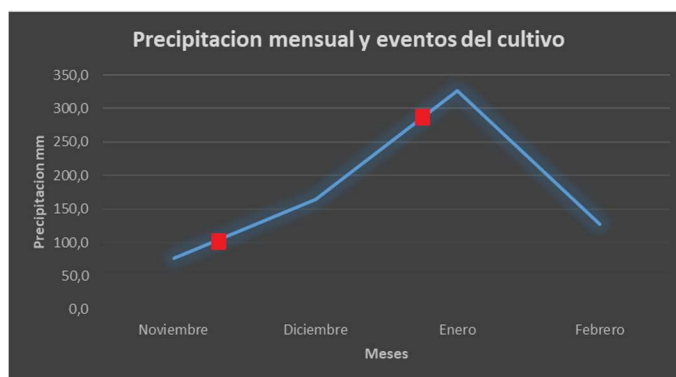
diciembre y enero, podemos encontrar que en esta campaña hubo un incremento de precipitaciones afectando gravemente a los tratamientos T1 (Suipacha), T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo), T4 (El Puesto) y T5 (Cañahuayco). Siendo el tratamiento T6 (Chaupicancha) menos afectado por este fenómeno.

Figura 28 Comparación de Precipitaciones promedio Mensual histórica versus precipitación en la campaña 2021 - 2022 en la comunidad de Chocloca



Fuente Senamhi, 2022.

Figura 29 Precipitación en los meses de, en la campaña 2021 en la comunidad de Chocloca



“Punto rojo de la Izquierda precipitación (100 mm) cuando el cultivo emergido y punto rojo de la derecha precipitación (300 mm) en plena floración”

Fuente Senamhi, 2022.

4.7.3. Análisis de varianza para el número de plantas a cosecha

Realizado el análisis de varianza para el número de plantas a cosecha se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, mientras que entre las repeticiones o bloques no existen diferencias significativas. En el análisis se obtuvo un coeficiente de variación de 13.62% siendo un porcentaje aceptable para trabajos de investigación.

Tabla 62 *Análisis de la Varianza para el número de plantas a cosecha*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10405,22	7	1486,46	35,46	<0,0001**
Tratamiento	10250,44	5	2050,09	48,90	<0,0001**
Bloques	154,78	2	77,39	1,85	0,2078ns
Error	419,22	10	41,92		
Total	10824,44	17			

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%.

ns = no significativo.

Al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, mismo que se presenta a continuación:

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,36205

Error: 41,9222 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Chaupicancha	88,00	3	3,74	A
San Lorencito	59,00	3	3,74	B
Jaramillo	54,67	3	3,74	B
Cañahuayco	45,00	3	3,74	B
Suipacha	19,33	3	3,74	C
El Puesto	19,33	3	3,74	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

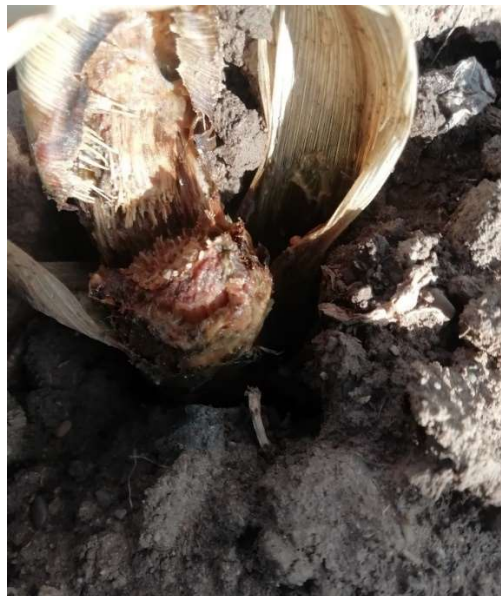
En la prueba de Tukey al 5% para el número de plantas a cosecha se observa que el tratamiento T6 (Chaupicancha) fue el que terminó con mayor número de plantas con 88 plantas a cosecha, mientras que los tratamientos T2 (San Lorencito), T3 (Jaramillo) y T5 (Cañahuayco) tuvieron un valor medio de número de plantas a cosecha y los tratamientos T1 (Suipacha) y T4 (El Puesto) fueron los que menos plantas a cosecha tuvieron. De lo anterior podemos interpretar que el tratamiento T6 (Chaupicancha) fue el menos afectado por el exceso de precipitación.

4.7.4. Factores que limitaron el Rendimiento

Efecto de la precipitación

En la campaña 2021 – 2022 se presentaron fenómenos atípicos de precipitación que afectaron gravemente la producción de maíz de la variedad kulli, los milímetros de lluvia fueron excesivamente elevados comparados con el promedio mensual normal en la comunidad de Chocloca. Esta precipitación excesiva tuvo como consecuencia la pudrición del tallo como se observa en la figura 30.

Figura 30 *Pudrición de la base de tallo causado por un exceso de humedad*



Fuente: Elaboración propia.

Las plantas afectadas con este fenómeno fueron analizadas en el Laboratorio de Fitopatología dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales en donde se colocó en cámara húmedo, sin embargo no hubo agente causal que se manifestara, pero sí se pudo constatar de un olor a fermentación pudiendo inferir que esta pudrición fue generada por asfixia causada por las excesivas lluvias, que en suelos Franco-Arcillosos como el que tiene el sitio del ensayo, favoreciendo la pudrición.

Cabe mencionar que en el mismo lote se realizaron ensayos de polinización dirigida en el cultivo de maíz de diferentes variedades mejoradas procedentes del país de Italia, una de las variedades procedentes de este país fue justamente la variedad Kulli que tuvo un comportamiento similar pese a tener una fecha de siembra más tardía, siendo la única variedad afectada. Con ello podemos inferir que la variedad Kulli no soporta excesiva humedad.

Perdida de mazorcas

La pérdida de mazorcas fue otra de las causas que afectaron en el rendimiento, mismas que pueden ser explicados por los siguientes fenómenos: Falla de polinización, crecimiento reducido de la mazorca, enfermedades de mazorca y mazorcas múltiples.

Falla de polinización

El presente ensayo presentó mazorcas donde se pudo identificar una falta de polinización, esto se puede explicar por:

“La falta de sincronización de la caída de polen y la receptividad de la mazorca debido a sequía severa y temperaturas altas. Insuficiente polen debido a un desarrollo irregular del cultivo, daño de herbicidas y daño en la espiga por insectos. La escasez de fósforo también interfiere con la polinización.” (Thomison & Geyer, 2007).

Un gran número de mazorcas presentaron este problema como se muestra en la figura 31, pudiendo inferir que es a causa de un desarrollo irregular del cultivo causado por

un exceso de lluvias, mismo que provocaron una separación de días entre la antesis (Floración masculina) y la emisión de estigmas (Floración femenina).

Figura 31 *Mazorcas con falla en la polinización*



Fuente: Elaboración propia.

Durante la ejecución de ensayo se recolectaron datos de la separación de días entre la antesis (Floración masculina) y la emisión de estigmas (Floración femenina), en las que se puede observar una separación de 7 días a 10 días en todos los tratamientos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 63. *Días de separación entre la antesis (Floración masculina) y la emisión de estigmas (Floración femenina)*

Tratamiento	Días de Separación
T1 Suipacha	10
T2 San Lorencito	8
T3 Jaramillo	8
T4 El Puesto	8
T5 Cañahuayco	7
T6 Chaupicancha	8

Fuente: Elaboración propia.

Al haber una separación significativa entre la antesis y la emisión de estigmas, estos tienen poca posibilidad de ser fecundados. Por otro lado también las excesivas lluvias evitaron que el polen se disperse por el viento al verse apelmazadas por la excesiva humedad.

Crecimiento Reducido de la mazorca

“Las plantas presentaron pérdidas en el peso de las mazorcas, peso de los granos, longitud de la mazorca y diámetro de la mazorca cuando fueron sometidas inundación desde las 24 horas hasta las 144 horas en la fase de floración” (Cun-González & Herrera Puebla, 2018).

El exceso de lluvias en suelo Franco arcilloso que tiene mayor capacidad de retención de agua, además de ser suelos pesados permitió condiciones de inundación, pese a que no se observó encharcamiento Figura 32.

Figura 32 Mazorcas de tamaño reducido por un exceso de Precipitación



Fuente: Elaboración propia.

Las mazorcas colectadas tuvieron un marcado tamaño reducido, afectando directamente al rendimiento.

Enfermedades de mazorca

Gran parte de la mazorca está podrida por un hongo blanco que crece entre los granos. La infección generalmente comienza en la base de la mazorca y progresa hacia la punta. Después, el hongo blanco cambia a color marrón grisáceo en las brácteas de la mazorca

y en los granos de la misma. La mazorca entera puede ser más pequeña de lo normal y los granos infectados se pegan a las brácteas. (Thomison & Geyer, 2007).

Figura 33 *Mazorcas enfermas, se observa el micelio blanco invadiendo gran parte de la mazorca.*



Fuente: Elaboración propia.

Las plantas que pudieron llegar hasta el último estadio ya se encontraron sometidas a un nivel alto de estrés causado por un exceso de humedad, mismo que puede facilitar la infección fúngica.

Mazorcas múltiples.

Esta fisiopatía consiste en la aparición de varias mazorcas en un mismo nudo de la planta. Puede deberse a un estrés térmico durante los primeros estadios en la formación de la mazorca (V5-V15), a la utilización de fitosanitarios en prefloración. (Intiagri, 2015).

Un gran número de plantas presentaron mazorcas múltiples, varias de las mismas no presentaron granos y solo se obtuvo mazorcas, en algunos tratamientos se pudo observar más de 2 mazorcas en la inserción de la mazorca, como se observa en la figura 34.

Figura 34. *Mazorcas múltiples en ensayo de Maíz kulli.*



*A la izquierda una mazorca múltiple de tamaño reducido y con falla de fecundación;
a la derecha una mazorca múltiple con 6 mazorcas pequeñas*

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Finalizado el trabajo de investigación “Evaluación de las características agronómicas y morfológicas de seis colectas de maíz kulli (*Zea maíz L.*) procedentes de seis comunidades de los departamentos de Tarija y Potosí” se concluye lo siguiente:

De acuerdo al análisis de los resultados para la variable altura de planta en centímetros se encontró que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha presenta mayor valor observado, con una altura media de 219,1 cm y el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo presenta el valor más bajo, con una altura de 132,5 cm.

Para la variable número de hojas por planta, se encontró que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha presenta mayor número de hoja, con un promedio de 12 hojas/planta y el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo presenta un menor número de hojas con 9 hojas/planta.

En la variable Longitud de hoja que sobresale de la mazorca más alta, se encontró que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha tiene mayor valor en longitud de hoja con un promedio de 74,5 cm, mientras que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha tiene el menor valor observado con un promedio de 57,8 cm.

También se contempló la variable ancho de hoja que sobresale de la mazorca más alta, donde el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha, presenta hojas más anchas con un promedio de 12,7 cm y el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha tiene el valor menor con un promedio de 7,3 cm.

Para la variable Índice de área foliar se observó que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha, presenta el mayor valor de IAF con 2,44, mientras que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha presenta el valor menor con un IAF de 0,26.

Por otra parte para la variable días a floración masculina se observó que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha fue el más tardío necesitando 71 días, mientras que el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo presenta un menor número de días a floración con 55 días.

Para la variable días a Floración femenina se observó que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha fue el más tardío necesitando 80 días, mientras que el tratamiento 3 (T3) procedente de la comunidad de Jaramillo presenta un menor número de días a floración con 63 días.

Una de las variables medidas en mazorca fue el tamaño, en el que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha, presenta el mayor valor con una longitud de 12 cm, mientras que el tratamiento 2 (T2) procedente de la comunidad de San Lorencito presenta el valor menor con una longitud de 8 cm.

En la variable diámetro de la mazorca, el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha, presenta el mayor valor un diámetro de 3,5 cm, mientras que el tratamiento 1 (T1) procedente de la comunidad de Suipacha presentó el menor diámetro con 2,7 cm.

En la variable número de hileras en mazorca fue el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha quien mejor valor presentó con un promedio de 11 hileras y fueron los tratamientos 2 y 4 procedentes de la comunidad de San Lorencito y El Puesto los que menor valor obtuvieron con un promedio de 8 hileras por mazorca.

También se consideró la variable número de granos por hilera en que se observó que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha tuvo un mayor valor con 18 granos por hilera, mientras que el tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad del puesto presentó 10 granos por hilera, siendo este el menor valor.

En la variable peso de grano sin mazorca se observó que el mayor valor se presentó en el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha con 45 gr. mientras que el tratamiento T4 procedente de la comunidad de El Puesto presentó el menor valor con 11 gr.

En la variable peso de 100 semillas se observó que el mayor valor se observó en el tratamiento 5 (T5) procedente de la comunidad de Cañahuayco con un peso de 28,46 gr/100 sem, mientras que el tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad de El Puesto quien menor valor presentó con 19,44 gr/100sem.

También se consideraron aspectos cualitativos, como la orientación de las hojas, en las que todos los tratamientos presentaron hojas colgantes.

En la variable tamaño de panoja, el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha se pudo diferenciar de las demás con panojas de tamaño mediano a grande, mientras que el resto de los tratamientos presentaron panojas de tamaño pequeño a mediano.

En las variables cualitativas medidas en mazorca se observó que todos los tratamientos presentaron la misma forma de mazorca y disposición de las hileras, siendo mazorcas de forma cilíndrica-conica con disposición irregular.

En la variable tipo de grano, se observó los tratamientos T5 procedente de Cañahuayco y T6 procedente de Chaupicancha presentaron granos de tipo Dentado harinoso, mientras que los demás tratamientos que presentaron granos de tipo corneo dentado.

En la forma de grano el tratamiento 2 (T2) procedente de comunidad de San Lorencito, se diferenció de los demás tratamientos siendo el único que presentó granos de forma redonda, mientras que los demás tratamientos presentaron granos de forma redonda y plana.

En la variable color de grano se observó que todos los tratamientos a excepción de tratamiento 6 (T6) presentaron predominantemente granos de color morado. El T6 presentó mazorcas de colores variados, siendo estas amarillas, rojizas, cremas y moradas, pudiendo inferir que la semilla de esta procedencia presenta contaminación genética.

En la evaluación del rendimiento se observó que el tratamiento 6 (T6) procedente de la comunidad de Chaupicancha, fue quien mejor se comportó, con un rendimiento de 1200 kg/ha, mientras que el tratamiento 4 (T4) procedente de la comunidad de El

Puesto fue el que menor rendimiento presentó con 306 kg/ha podemos inferir que los factores climáticos jugaron un papel crucial, debido a la excesiva precipitación que resultó en pérdida de plantas por asfixia y pudrición de cuello en tallo, plantas sin producción de mazorca, mazorcas con falla de polinización, tamaño reducido de mazorcas, mazorcas enfermas y mazorcas múltiples.

Por ultimo cabe mencionar que la variedad kulli no tolera condiciones de exceso de humedad, no se comporta bien en suelos pesados y requiere de suelos con mayor contenido de materia orgánica. Observado en el comportamiento de los materiales colectados, que fueron afectados severamente por las condiciones climáticas presentadas durante la realización del ensayo.

5.2.Recomendaciones

Se recomienda que se sigan realizando trabajos de investigación en materiales criollos, para poder mantener y mejorar la calidad de los mismos.

En cuanto a la variedad kulli, se recomienda volver a evaluar el comportamiento en condiciones agroclimáticas de la Comunidad de Chocloca, recomendando se realicen las siguientes modificaciones:

Cambio de Lote, se observó que la variedad kulli es sensible a la inundación por ello se debe realizar en terrenos con pendiente y en suelos livianos (no suelos arcillosos), ya que estos evitan encharcamientos.

Se recomienda también realizar purificación y aclimatación de la variedad kulli, pese a que no se obtuvo resultados alentadores de rendimiento, esta variedad sigue siendo de gran valor, debido a que tiene enormes beneficios para la salud y que tiene posibilidad de incrementar los ingresos del productor mediante valor agregado del mismo.