

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Origen.

Algunos apuntes históricos sobre el origen y el consumo de maíz en Bolivia se cuentan dos versiones importantes. La primera señala a este cereal como originario de Bolivia; los autores que defienden esta posición se basan en los vestigios recientes hallados en el continente sudamericano (más propiamente en el norte del Paraguay, parte del Matto Grosso brasileño y en la región de Chiquitos en Bolivia), mucho más antiguos que los encontrados en México. Esta versión es corroborada por Escobar Fernando que dice lo siguiente: Más de 50 años de investigaciones sobre el tema, le permiten al investigador antropólogo argentino Dick Ibarra Grasso, hablar con gran seguridad y sostener que el maíz no tiene origen mexicano, como se creía, pues los datos más antiguos que se tienen sobre la presencia de este cereal en ese país se remontan a 5.000 años, cuando los últimos descubrimientos en Sudamérica sobrepasan los 8.500 años de antigüedad. Estas plantas tenían características distintas a las del maíz actual, pues se trataba de un pasto silvestre que los indígenas ataban en la parte superior con la finalidad de que las semillas cayeran al pie de la planta, donde las recolectaban, las sometían a la acción del calor en ollas de cerámica y estallaban como las actuales pipocas, forma en que eran consumidas. Como no venían en forma de mazorca, nadie se da cuenta que se trata de maíz (Dick Ibarra, citado por Escobar: 1999).

El maíz es un cereal oriundo del Perú y México, cuyas culturas precolombinas lo consideraron sagrado, el maíz kulli es una mutación un cambio genético del maíz común que se produjo hace miles de años, crece de ese color y sabor en estado silvestre en diversos lugares de América.

El maíz kulli se cultivaba en el Perú en épocas prehispánicas y era conocido como oro, Sara o kulli Sara, lo cultivan también los campesinos de Yucatán y las tribus indígenas Hobi y Navajos en los Estados Unidos. Sin embargo, es el Perú donde su cultivo está más extendido y donde es empleado masivamente para elaborar refrescos, sorbetos y

postres e incluso últimamente se usa como ingrediente en algunos platos de la muy prestigiada comida peruana.

1.2. Clasificación taxonómica

CUADRO N°1

Clasificación taxonómica para el maíz

REINO	Vegetal
PHYLUM	Teleomorphytae
DIVISIÓN	Tracheomorphytae
SUB DIVISIÓN	Anthomorphyta
CLASE:	Angiospermae
SUB CLASE:	Monocotyledoneae
ORDEN:	Poales
FAMILIA	Poaceae
SUB FAMILIA:	Panicoideae
TRIBU:	Maydeae
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Zea mays</i> L.
VARIEDAD	Kulli

Fuente: Herbario Universitario (T.B), 2021.

1.3. Maíz en Bolivia.

1.3.1. Distribución.

El maíz es un cultivo que se extiende por todo el país los principales departamentos productores son: Cochabamba, Chuquisaca, Santa Cruz, Potosí y Tarija.

En esta ocasión nos enfocaremos en el departamento de Tarija, hay datos que ya se realizó una caracterización (Solari, 1998) en las siguientes ubicaciones:

CUADRO N°2

Distribución de caracterización (1998)

LOCALIDAD	PROVINCIA
Junacas	Cercado
San Lorenzo	Méndez
Tariquia	Arce

1.3.2. Descripción

Plantas de altura mediana, con escaso número de hojas, casi siempre muy antocianas, mazorcas medianas o pequeñas, de forma cónica o cilindro-cónico con 10 o 14 hileras, granos grandes de forma ovoide de color negro intenso y de consistencia harinosa. El color oscuro del grano es debido a una coloración intensa del pericarpio por la presencia del gene R-ch.

1.4. Características botánicas

El maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades; las condiciones climáticas y edáficas influyen de modo importante en el crecimiento y desarrollo de la planta de maíz. El

cumplimiento normal del ciclo de reproducción exige una combinación favorable de todos los factores ambientales, existen variedades precoces con alrededor de 80 días, variedades medias, semi tardías, y tardías, con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha. En general las variedades de mayor rendimiento son las de 100 hasta 140 días (FAO, 1984).

1.4.1. Tallo.- Es herbáceo y se subdivide en entrenudos, cada uno sostiene una hoja y con frecuencia una yema. El número de entrenudos y hojas varía de 6 a 20, la altura del tallo varía de 1.5 a 3 metros.

1.4.2. La hoja.- Es plenamente desarrollada consiste en un limbo conectado con la vaina mediante una lígula en forma de collar. El limbo es delgado, plano, extendido y tiene un nervio central bien definido, la hoja es principal órgano fotosintético de la planta de maíz, la cara superior de la hoja absorbe la energía luminosa del sol y la cara inferior sirve para la absorción del dióxido de carbono (CO₂) y la respiración.

1.4.3. La raíz.- Son fasciculadas y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. El inicio del crecimiento, se da al ocurrir la germinación, se expresa a través de la aparición de la radícula; ésta demora en promedio entre 2 y 4 días en romper la cubierta del pericarpio. Luego del crecimiento inicial de la radícula, aparecen casi simultáneamente tres raíces seminales. La radícula y las raíces seminales son fundamentales hasta que la planta alcanza tres hojas, estado en que la presencia de raíces principales es aún muy escasa. Al estado de cuatro hojas las raíces primarias dejan de crecer y van perdiendo gradualmente su importancia. (uc.cl 2017).

- Raíces principal, coronaria o nodal.- Estas raíces se forman a partir de una corona ubicada en el segundo subnudo, el cual, de acuerdo a la profundidad de siembra, puede encontrarse a una distancia de 1,0 a 2,5 cm bajo el nivel del suelo. Sobre el subnudo en que se originan las primeras raíces principales, se desarrollan cinco nuevos subnudos, a partir de los cuales también se generan raíces principales. Estas comienzan a aparecer al estado de dos hojas, creciendo inicialmente en un ángulo de 25 a 30 grados respecto de la horizontal. Cuando las plantas presentan tres a cuatro hojas, comienzan a crecer

pelos radicales en las raíces principales. (uc.cl 2017). En la medida que aumentan las temperaturas y cuando las plantas presentan alrededor de 10 hojas, las raíces comienzan a crecer cada vez más en profundidad, apartándose de la horizontal.

-Raíces adventicias o de anclaje.- Son las últimas en desarrollarse, apareciendo cuando las plantas presentan aproximadamente 10 hojas; se originan a partir de los primeros dos nudos aéreos y desde el subnudo más cercano a la superficie del suelo. Las raíces adventicias, que son gruesas, carnosas y de gran vigor, penetran, según el nudo en que se originen, a profundidades de entre 5 y 15 cm. Cumplen básicamente una función de sostén, permitiéndole a las plantas un mejor anclaje; además, y aunque limitadamente, participan de la absorción de agua y nutrientes. (uc.cl 2017).

1.4.4. Flores.- El maíz es una planta hermafrodita, lo que significa que produce flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. La panoja (flor masculina) produce polen, mientras que la mazorca (flor femenina) produce los óvulos que se convierten en la semilla. Hay una separación vertical de alrededor de tres a cuatro pies (1 metro) entre las flores, lo que puede contribuir al desafío de una polinización exitosa (Burkan, 1969).

Este mecanismo garantiza alrededor de un 90% de polinización cruzada, la panoja masculina que sale de las hojas que la envuelven en la parte superior del tallo. La estructura floral femenina (mazorca) es un órgano único situado en una rama lateral que sale de una axila de cualquiera de las hojas intermedias. (FAO 1984)

1.5. Requerimientos climáticos y edafológicos en el cultivo de maíz kulli

1.5.1. Exigencias climáticas

Según Manrique citado por Pinedo (2015) indica que, el maíz kulli se adapta a las condiciones, entre los 1 800 a 2 800 m de altitud, precipitación media anual de 500 a 1000 mm y con temperaturas medias anuales de 12 a 20 °C.

El maíz está adaptado al clima semiárido, la semilla germina a temperaturas superiores a los 10 °C. La germinación y especialmente la nacencia es más rápida y más uniforme con las siguientes temperaturas:

CUADRO N°3

Temperaturas óptimas que requiere el maíz

ESTADO	Mínima	Optima	Máxima
Germinación	10°C	20-30°C	40°C
Crec. Vegetativo	15°C	20-30°C	40°C
Floración	20°C	21-30°C	30°C

Fuente:(Herbas, 1997)

La luz es la fuente fundamental de energía para el crecimiento y desarrollo de la planta de maíz, la hoja verde utiliza la luz solar, el dióxido de carbono del aire y el agua del suelo, para producir mediante la fotosíntesis los compuestos orgánicos necesarios para el desarrollo de la planta y para su acumulación en la mazorca y el grano. En cuanto a la floración el maíz es una planta de días cortos, su floración se retarda durante los días largos del año.

1.5.2. Exigencias edafológicas

Según Fuentes (2002) y Pinedo (2015) el maíz kulli se desarrolla favorablemente en suelos de textura media (francos a franco-arcilloso), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua; un pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo es entre 6 y 7 (ligeramente ácido), y con una conductibilidad eléctrica de 1 y 4 Ds / m; Fuera de estos límites puede aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos (N, P, K, Na, Ca, entre otros) y se produce toxicidad o carencia.

1.6. Fenología del cultivo de maíz kulli

1.6.1. Emergencia y establecimiento del cultivo

Para activar el proceso metabólico del embrión en la semilla, la temperatura y humedad del suelo, juegan un papel importante, ya que da inicio a la multiplicación celular en los puntos de crecimiento.

Un buen contenido de materia orgánica en el suelo, con temperaturas de 20 a 35 °C, la germinación se acelera, y el coleoptilo emerge entre los 6 a 8 días, a temperaturas bajas de 12 °C retardan la germinación en 15 días, de la misma forma, el exceso de agua (100 % de saturación) no favorece la germinación por falta de oxígeno (Begazo, 2013).

1.6.2. Desarrollo del sistema foliar y radicular

Las primeras hojas que emergen y forman el coleóptilo son de color blanco amarillento, que se ponen rápidamente verdes, debido, al efecto de la luz, originando la formación de materia orgánica, acumulada primero en las hojas y luego en el tallo, constituyendo la biomasa de las plantas. A los 15 días, la plántula comienza a independizarse, en cual toma los nutrientes del suelo mediante su propio sistema radicular. En las primeras hojas es esencial la temperatura del suelo, por su influencia en el ápice vegetativo y el ritmo de aparición de hojas, luego aproximadamente a partir de la sexta hoja visible, el ápice vegetativo sufre la influencia de la temperatura del aire (Begazo, 2013).

Después de la primera raíz primaria aparece, las raíces seminales, que sirven para afirmar la plántula y para absorber agua y sustancias nutritivas (Begazo, 2013).

1.6.3. Desarrollo reproductivo del maíz kulli

En este período la temperatura, humedad y fertilizantes juegan un papel muy importante en la sincronización de la producción de polen y la salida de los estigmas, el cual emergen 4 a 10 días después de la antesis (Begazo, 2013).

Las altas temperaturas y fuertes sequías aceleran la producción de polen y retrasan la salida de los estigmas; por lo tanto, es conveniente disponer de agua en este período

para conseguir una buena polinización. En la floración masculina la liberación de polen se inicia en las flores de la base principal, continua por las extremidades y ramificaciones laterales; el período de duración de la floración masculina sobre una panícula, puede ser 5 a 10 días en función de la variedad y el medio ambiente. La planta alcanza la floración femenina cuando los primeros estilos son visibles al exterior (López, 1991).

1.6.4. Formación del grano

Este periodo dura aproximadamente 50 días. En este lapso, todos los fotosintatos acumulados en los diferentes órganos vegetativos de la planta, en especial de las hojas superiores son translocados al grano del maíz. Cualquier cambio de temperatura, heladas o falta de agua, impiden el normal proceso metabólico de transformación de los fotosintatos y por ende un mal llenado de elementos de reserva en el grano redonda en una pérdida de rendimientos (Manrique citado por Begazo, 2013).

1.6.5. Fruto

Cada grano es un fruto llamado cariósipide. Semilla o grano que dependiendo de la variedad estos tienen diferentes colores, forman, tamaño, a cuya semilla está adherida el pericarpio formado por la cubierta o pericarpio (6% del peso del grano), el endospermo el (80%) y el embrión o germen y/o semilla el (11%).(Begazo, 2013).

1.7. Variedad kulli

La variedad kulli presenta el color de grano pintado, con mazorcas cortas que tienen la forma de granada de mano, pericarpio cereza; granos más o menos o ligeramente puntudos con endospermo harinoso. El eje central y las ramas primarias de la espiga son sub arqueados; las espigas todas proyectadas, las hojas con lados más o menos rectos y lisos. Las plantas de color púrpura oscuro, con tallos delgados (Begazo, 2013).

1.8. Clasificación del grano de maíz según su estructura

El maíz de acuerdo de sus granos y al uso que se dan a los mismos, puede agruparse en los siguientes tipos de especial importancia:

1.8.1. Maíz cristalino duro (*Zea maysindurata*)

En general sus granos son duros y de contornos suaves, el endospermo está constituido sobre todo el almidón duro corneo con solo una pequeña parte de almidón blando en el centro del grano (poco almidón harinoso); el maíz duro germina mejor que otros tipos de maíz, particularmente en suelos húmedos y fríos. Es de madurez temprana y se seca más rápidamente una vez que alcanzó la madurez fisiológica; se usa tanto en la alimentación humana como animal y como materia prima para la obtención de alcohol. Sin embargo, los maíces duros rinden por lo general menos que los maíces dentados.

1.8.2. Maíz dentado (*Zea maysindentata*)

El maíz dentado es el tipo de maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje. El endospermo del maíz dentado tiene más almidón blando que los tipos duros y el almidón duro está limitado solo a los lados del grano. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior del grano se contrae y produce una pequeña depresión, esto da la apariencia de un diente y de aquí su nombre.

El maíz dentado es generalmente de mayor rendimiento que otros tipos de maíces, pero tiende a ser más susceptible a hongos e insectos en el campo y en el almacenamiento.

1.8.3. Maíz dulce (*Zea mayssacharata*)

Estos tipos de maíces se cultivan principalmente para consumir las mazorcas a aun verdes, o ya sea hervidas: los granos tienen un alto contenido de azúcar y son de gusto dulce, es adecuado para el consumo humano, sus granos en su madurez son arrugados debido al colapso del endospermo que contiene muy poco almidón. Los tipos de maíz de grano dulce son susceptibles a enfermedades y son comparativamente de menor

rendimiento que los tipos duros o dentados, por lo que no son comúnmente cultivados en forma comercial en las zonas tropicales.

1.8.4. Maíz harinoso (*Zea mays amiláceo*)

El endospermo de los maíces harinosos está compuesto casi exclusivamente de un almidón muy blando, que se raya fácilmente con la uña aun cuando el grano no esté maduro y pronto para cosechar, se cultiva principalmente en Colombia, Perú y Bolivia, se lo usa principalmente para consumo humano en choclo y con fines industriales.

Las razas de estos maíces presentan una gran variedad de colores y de algunos de ellos se extraen colorantes. A causa de la naturaleza blanda del almidón del endospermo estos maíces son altamente susceptibles a la pudrición y a los gusanos de las mazorcas y a otros insectos que los atacan tanto en el campo como en el almacenamiento. Por otra parte, también es difícil mantener la buena germinabilidad de las semillas. El potencial de rendimiento es menor que el de los maíces duros y dentados.

1.8.5. Maíz reventón (*Zea mays everta*)

Llamando también en nuestro medio maíz pura, los granos son pequeños, con pericarpio grueso y varían en su forma de redondos a oblongos. Cuando se calienta el grano revienta y el endospermo sale, el uso principal del maíz reventón es para bocadillos (rositas o palomitas). Ha sido cultivado en América principalmente en los Estados Unidos y México; en la actualidad su cultivo se ha propagado a toda América y Europa.

1.8.6. Maíz tunicado (*Zea mays tunicata*)

Este es un tipo especial de maíz ya que cada grano está cubierto por una especie de túnica o envoltura y todos los granos están cubiertos. Se usa como ornamento o como fuente de germoplasma en los programas de fitomejoramiento. Es uno de los maíces inicialmente domésticos. No se cultiva comercialmente, pero es de gran interés en estudios sobre el origen de esta planta.

1.9. La semilla

La importancia de las semillas en el complejo proceso productivo de la agricultura actual es indiscutible, reconociéndose su rol fundamental como elemento básico de la cadena de producción agrícola del mundo. Es importante recalcar que las semillas son estructuras vivas, las cuales se hallan expuestas a las transformaciones fisiológicas de su naturaleza biológica.

La semilla es considerada importante por los siguientes aspectos:

1.9.1. Como mecanismo de perpetuación de la especie: El gran suceso de la semilla como órgano de perpetuación y de diseminación de las especies vegetales es debido, probablemente a dos características que juntas la tornan un órgano sin igual en el reino vegetal. Ellas son la capacidad de repartir la germinación en el tiempo (atraves de los mecanismos de la dormición) y en el espacio (a través de los mecanismos de dispersión) (Nakayawa, 1988).

El mecanismo de dormición impide que las semillas germinen todas al mismo tiempo después de la maduración, lo que evita la posible destrucción de las especies en el caso que sobrevengan condiciones climáticas desfavorables después de la germinación.

Los mecanismos de dispersión de las semillas podrían ser encarados como los medios por los cuales la especie vegetal intenta conquistar nuevas áreas, esa capacidad de dispersión, sería el factor fundamental de la heterogeneidad de las poblaciones vegetales.

1.9.2. Como alimento: Una semilla cualquiera posee tres tipos básicos de tejidos. Un tejido meristemático que en la tecnología de la semilla se llama convencionalmente eje embrionario, un tejido de reserva y finalmente un tejido de protección mecánica que constituye el envoltorio de la semilla, vulgarmente conocido como cascara. El tejido de reserva se caracteriza por ser rico especialmente en tres sustancias: carbohidratos, lípidos y proteínas, la cantidad en que cada una de esas sustancias interviene en la composición química de la semilla es variable y depende principalmente de la especie.

Las semillas fueron y todavía lo son actualmente la manera más fácil y barata de alimentación de un pueblo, además de su valor como alimento, sea directa o indirectamente por la industrialización, la semilla es también la fuente de otros innumerables productos que sirven al hombre de las formas más diversas, donde se destacan los productos medicinales (Nakayawa, 1988).

1.9.3. Como material de investigación: La semilla presenta algunas características que la tornan de un valor incomparable, por su tamaño y forma posibilita que se manipulen con facilidad y que sean guardadas en recipientes pequeños permitiendo repetir un sin número de veces su observación. La semilla es un órgano que generalmente se beneficia de la deshidratación y lo que permite conservarla en buen estado durante mucho tiempo. Por otra parte, la semilla es un órgano que no obstante tener una organización morfológica muy simple, presenta una organización fisiológica y bioquímica altamente compleja, permitiendo prácticamente cualquier tipo de estudio en el campo de la biología vegetal.

1.9.4. Como enemigo del hombre: Los mecanismos de dispersión y dormición que hacen posibles a las especies productoras de semillas la conquista de la tierra, son los mismos que vuelven al hombre tan difícil y costoso el control de malezas. En ese aspecto, las semillas son también de gran importancia, aunque negativa, ya que se estima que alrededor del 5 al 10% de la producción de granos del mundo se pierde debido a la competencia de malezas. Otro aspecto a ser considerado es que las semillas son vehículos muy eficientes en la diseminación de plagas y males de una región a otra, lo que exige mucha atención por parte del productor para evitar que eso ocurra (Nakayawa, 1988)

1.10. Elementos estructurales de la semilla.

La semilla, por definición botánica es el resultado de la fertilización y maduración del óvulo.

Los elementos básicos de la estructura de una semilla son: tegumento embrión y tejido de reserva. Desde el punto de vista funcional, la semilla está compuesta por una cobertura protectora, un eje embrionario y un tejido de reserva predominante. La cobertura protectora es formada a partir de uno a de ambos integumentos que circundan el ovulo. El embrión es el resultado del desarrollo del cigoto, el endospermo de la función de los núcleos polares con el núcleo espermático (Otero, 2007)

1.10.1. Cobertura protectora

Es la estructura externa que delimita la semilla. El embrión y los tejidos de reserva están recubiertos por esta estructura, que los protege contra daños y evita lixiviaciones. Puede ser constituida solamente del tegumento y en algunos casos también del pericarpio y tiene su origen de los integumentos ovulares. En general está formada por dos capas, una externa, la testa o cascara y la otra interna, el tegmen, que son originadas a partir de la planta madre, de los integumentos ovulares.

El pericarpio es una estructura presente en varias especies de semillas. Esta constituido de seis o siete capas de células de textura esponjosa que tienen su origen en las células parenquimatosas parcialmente destruidas de la pared del ovario. Las células de la capa próxima al tegumento tienen los formatos de cruz y de tubos son perpendiculares unas a las otras en función de eso, tienen importancia en la constitución del tejido fibroso del pericarpio.

En algunos casos el pericarpio está tan fuertemente adherido al tegumento que forma una estructura denominada cariósipide, común en varias gramíneas: en otros, no está adherido al tegumento y forma otra estructura, denominada aquenio, como en las semillas de girasol y zanahoria.

Las funciones de la cobertura protectora son:

- a) Mantener unidas las partes internas de la semilla.
- b) Proteger la semilla contra choques y abrasiones.

- c) Servir como barrera a la entrada de microorganismos.
- d) Regular la velocidad de rehidratación, de intercambio gaseoso de la semilla y la germinación, causando inclusive la dormancia en algunas especies.

En resumen, la cobertura tiene funciones protectoras y delimitantes.

1.10.2. Eje embrionario.

El eje embrionario tiene función reproductiva, capaz de iniciar divisiones celulares y de crecer. Es un eje porque inicia su crecimiento en dos direcciones: raíces y parte aérea. El eje en general es pequeño con relación al tamaño de la semilla.

Un embrión bien formado generalmente se puede observar en su extremo superior tiene un eje (monocotiledoneas), dos ejes (dicotiledóneas) o más (la mayoría de las coníferas) estos ejes se llaman cotiledones y terminan en la plúmula, yema apical que puede estar envuelta por las primeras hojas en aquellos embriones altamente diferenciados y en el extremo inferior del eje esta la radícula, raíz embrionaria con su extremo recubierto por una capa de células protectoras de coleorriza.

El embrión de las monocotiledoneas está localizado en la parte ventral de la carióspside. Antes de germinar, el embrión contiene el primordio de una raíz seminal, los primordios de tres hojas y dos nudos (cotiledonar y escutelar), el escutelo y el mesocotilo están situados entre el nudo cotiledonar y el escutelo (Fernández, 1995).

1.10.3. Tejido de reserva

El embrión de la semilla madura está frecuentemente recubierto por un tejido especial de almacenamiento. Según la especie, las reservas de la semilla pueden localizarse en los cotiledones, en el endospermo.

El tejido de reserva es la fuente de energía y de sustancias orgánicas para la elaboración de nuevas paredes celulares, citoplasma y núcleos, desde el inicio de la germinación hasta que la planta se vuelve autotrófica. El desarrollo del eje embrionario depende de la energía y sustancias almacenadas en estos tejidos.

El tejido de reserva actúa como reservorio y como proveedor de compuestos orgánicos en formas simples que puedan ser usados por el eje embrionario. En el momento en que el embrión está completamente desarrollado en la semilla, el endospermo bien ha desaparecido o se ha transformado en un tejido de almacenamiento para las reservas de alimento de la semilla.

En muchas especies de semillas, las reservas se almacenan en los cotiledones. Los cotiledones se originan del propio cigoto y se hacen parte del embrión. El embrión se desarrolla bastante, absorbiendo todo el endospermo y acumulando sustancias de reserva en los cotiledones, que se presentan voluminosos.

El endospermo puede estar constituido de un tejido sin sustancias de reserva, cuando es utilizado parcial o totalmente para el desarrollo del embrión, o se puede diferenciar como el principal tejido de reserva.

Durante el desarrollo del endospermo algunos nutrientes son retirados de los tejidos cercanos, otros son sintetizados in situ a partir de materiales transportados hasta allí.

1.11. Semilla de maíz

La semilla de maíz está contenida dentro de un fruto denominado cariósipide; la capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón.

1.12. Importancia y usos del maíz kulli.

El maíz kulli, es un gran antioxidante debido a su alto contenido de antocianinas y compuestos fenólicos, con propiedades funcionales y bioactivas. Además, se ha mostrado que impide el desarrollo del cáncer al colon. El grano de maíz morado contiene 80 % de almidón que aporta energía, 11 % de proteínas, 2 % de minerales y vitaminas del complejo B, sin embargo, la chicha no aporta las calorías ni proteínas del

grano de forma significativa, pero sí contiene vitaminas y minerales que pasan al líquido, esto hace de la chicha morada una bebida excelente para reponer los líquidos (Anonimo, sf)

Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, el maíz es el más productivo de los cereales. Aunque es una especie originaria de zonas semiáridas, las variedades mejoradas actuales sólo resulta rentable cultivarlas en climas con unas precipitaciones suficientes o bien en regadío. Bajo las condiciones de humedad, el maíz es uno de los cultivos más importantes en gran parte de las regiones templadas, subtropicales y tropicales (Fernández, 1995).

Su amplia capacidad de adaptación actual y su elevado rendimiento y las posibilidades futuras de mejora por vía genética hacen de este cereal uno de los cultivos más prometedores para afrontar la amenaza del hambre en el mundo (Llanos, 1984).

Fernández (1995) menciona que, según datos prehistóricos, el maíz kulli era empleado como una bebida. Su uso sufrió un cambio con el tiempo, es así por influencia de la repostería española y el ingenio de las amas de casa se originó la "mazamorra" y la "chicha morada", el cual tenían los sabores más exquisitos.

Según Risco (2007) a nivel industrial es usado para obtener colorante de la coronta, por su contenido de antocianinas, que es utilizado como insumo para la coloración de bebidas, productos lácteos, productos vegetales, productos de panadería, conservas de pescado, grasas, aceites, frutas confitadas, mermeladas, frutas en almíbar, jarabes de frutas, sopas, jaleas; además se usa para teñir tejidos y en la industria de cosméticos.

Quispe (2007) agrega que, el maíz kulli es requerido por las antocianinas que contienen, estas son sustancias activas de alimentos funcionales, nutraceuticos y de medicamentos.

1.13. Valor nutritivo

El maíz desde un punto de vista nutricional, superior a muchos otros cereales: siendo más rico en grasa, hierro y contenido de fibra, pero su aspecto nutricional más pobre son las proteínas, indicándonos en el siguiente cuadro.

CUADRO N°4

Valor nutricional de la harina de maíz

CONTENIDO	MAÍZ, HARINA MOLIDA
Agua %	12
Calorías	362
Proteínas gr.	5
Grasas gr.	3,4
Carbohidratos gr.	76,5
Almidón, fibra gr.	1
Cenizas gr.	1,1
Calcio mg	7
Hierro mg	1,8
Fósforo mg	178
Tiamina mg	0,3
Riboflaviana mg	0,08
Niacina mg	1,9

Fuente: (Herbas, 1997)

1.14. Germoplasma

Es el elemento de los recursos genéticos que maneja la variabilidad genética entre y dentro de la especie, con fines de utilización para la investigación en general, especialmente para el mejoramiento genético inclusive para la biotecnología.

1.15. Calidad física de la semilla.

1.15.1. Pureza física

Es una característica que refleja la composición física o mecánica de un lote de semillas. A través de este atributo se tiene la información del grado a contaminación del lote, con semillas de plantas dañinas, de otras variedades y la cantidad de material inerte.

La pureza física indica que cantidad del material es semilla pura.

Según la asociación internacional de ensayos de semillas, ISTA, por sus siglas en inglés, en el año 1976 estableció lo siguiente:

1) Semilla pura

Se refiere a todas las variedades de cada clase considerada tal como lo haya manifestado el remitente.

2) Semilla de otras especies

Las semillas de otros cultivos se tomarán en cuenta por provenir de otras plantas cultivadas. Con respecto a la clasificación de semillas no maduras, dañadas, enfermas y vacías, las características distintivas establecidas para la semilla pura serán también aplicables a la semilla de otros cultivos.

3) Semillas de malezas

Semillas bulbos o rizomas de plantas reconocidas como malezas por las leyes, de cada país, serán consideradas como semillas de malezas.

4) Material inerte

Otra materia como tierra, arena, piedras, broza, tallos, hojas, agallas de nematodos, escamas de cono, pedazos de corteza, flores, y otras materias que no sean semillas.

1.15.2. Porcentaje de humedad.

El contenido de humedad de las semillas es la cantidad de agua contenida en ellas expresada en porcentaje en función de su peso húmedo ejerce una gran influencia sobre el desempeño de las semillas en varias situaciones: el punto de cosecha para la mayoría de las especies es determinado en función del contenido de humedad de la semilla. También afecta la actividad metabólica de las semillas en los procesos de germinación y deterioración.

1.15. 3. Fisiológicos

Se considera como atributo fisiológico aquel en que el metabolismo de la semilla está involucrado para expresar su potencial de desarrollo

- a) **Germinación.** En tecnología de semillas, la germinación es definida como la emergencia y el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión manifestando su capacidad para dar origen a una plántula normal, sobre condiciones ambientales favorables.
- b) **Dormancia.** Es el estado en el que una semilla estando viva y teniendo todas las condiciones adecuadas para su germinación no llega a germinar. Se trata de una protección natural de la planta para que la especie no se extinga en condiciones adversas (humedad, temperatura), existe un término involucrado tanto en las semillas dormantes como aquellas que germinan en condiciones

adecuadas, denominado viabilidad, que representa la suma de las semillas dormantes y de las que germinan en un análisis padrón de germinación.

- c) **Vigor.** Es el resultado de la conjugación de todos aquellos atributos de la semilla que permite la obtención de un stand en condiciones de campo (favorable y desfavorable). los resultados de la prueba de la germinación frecuentemente no se reproducen a nivel de campo, pues en el suelo las condiciones raramente son óptimas para la germinación de las semillas.

1.15.4. Sanitarios. Las semillas utilizadas para la propagación deben ser sanas y libres de patógenos. Semillas infectadas con enfermedad pueden presentar viabilidad baja o ser bajo vigor. Las semillas en general son excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos.

a) **Enfermedades**

1) **Hongos parásitos.**

Los hongos parásitos son los que se desarrollan y llevan a cabo su existencia sobre tejidos vivos, sea cual sea su origen.

2) **Hongo saprofitos**

Un hongo saprofito es el que se alimenta de materia orgánica muerta o en descomposición. Son los más frecuentes en determinados ecosistemas e intervienen en la mineralización de los restos vegetales para que puedan posteriormente formar parte del humus.

Las bacterias y los hongos atacan y destruyen todo tipo de materia orgánica que procede de la naturaleza y gracias a la intervención de los microorganismos heterótrofos, retornan a ella en el ciclo de la economía natural.

-Aspergillus

Los mohos del género aspergillus, causan el deterioro de muchos productos alimenticios. Los productos metabólicos de la invasión fúngica suelen ser muy tóxicos, tanto para el hombre como para otros animales. También producen la inhibición de la germinación junto con cambios de color, calentamiento, amohosado, apelmazado y finalmente podredumbre de las semillas.

1.15.5. Poder germinativo

El ensayo germinación es prácticamente la última prueba realizada en el laboratorio y es la que finalmente nos da una idea más real del resultado que se puede obtener.

El porcentaje de germinación que se refleja en el certificado de análisis indica la proporción en números de las semillas que han producido plántulas clasificadas como normales bajo las condiciones y dentro del periodo especificado.

a) Plántulas normales

Es necesario distinguir las plántulas normales que se contabiliza en el porcentaje de germinación, de cualquier tipo de plántulas anormales. Para lograr uniformidad en la valoración de las plántulas normales estas deberán estar de acuerdo con una de las definiciones siguientes.

- (a) Plántulas que manifiesten la capacidad para continuar su desarrollo hacia plantas normales, cuando crecen en suelo de buena calidad, y bajo condiciones favorables de agua, temperatura y luz.
- (b) Plántulas que poseen todas las estructuras esenciales siguientes cuando se ensayan en sustrato:
 - Un sistema radicular bien desarrollado que incluya una raíz primaria, excepto para aquellas plantas (ciertas especies de gramíneas) que producen normalmente raíces seminales.

- Un hipocotilo bien desarrollado en intacto y/o un epicotilo sin lesiones en los tejidos conductores, y en las dicotiledóneas, una plúmula normal.
- Un cotiledón para plántulas de monocotiledoneas y dos cotiledones para plántulas de dicotiledóneas.

(c) Plántulas seriamente podridas por hongos o bacterias, pero solamente si es evidente que la semilla de la cual proceden no es el foco de infección y se puede determinar que todas las estructuras esenciales están presentes.

b) Plántulas anormales

Plántulas anormales son aquellas que no manifiestan capacidad para continuar su desarrollo hacia plantas normales cuando crecen en un suelo de buena calidad, bajo condiciones favorables de agua, temperatura y luz.

Son aquellas plántulas dañadas, sin cotiledones, plántulas sin raíz primaria para aquellas especies en que la raíz primaria es una estructura esencial; plántulas deformadas, plántulas podridas, con alguna de las estructuras esenciales afectada por enfermedad o podrida hasta el punto que se impida el desarrollo normal, excepto cuando sea evidente que el foco de infección no es la semilla de la cual procede.

c) Semillas duras

Se clasifican como semillas duras las semillas de leguminosas y malváceas, que permanecen duras al finalizar el periodo de ensayo prescrito, por no haber absorbido agua a causa de la impermeabilidad de su tegumento.

d) Semillas muertas

Las semillas muertas son aquellas que no han producido germinar al finalizar del periodo de ensayo prescrito y que no son duras.

1.15.6. Determinación del valor cultural

El valor cultural se determina una vez completados los análisis de pureza y el ensayo de germinación, que indica el número de semillas puras capaces de germinar.

1.16. Normas básicas de un banco de germoplasma

La etimología de la palabra “germoplasma” es de origen grecolatina compuesta por: germen (lat.): embrión, célula embrionaria, “inicio de la vida” y plasma (gr.): soporte donde se aloja el Germen. Ejemplos de germoplasma son: Semillas, Yemas, Meristemos, Esporas y determinadas células (Carravedo, 2011).

Un banco de germoplasma, es un conjunto de valores o especies, que contienen información sobre un determinado aspecto específico y que son almacenados en forma ordenada.

La elaboración del registro de accesiones es la etapa basada en el pre conocimiento de los llamados “descriptores de pasaporte”, comienza la eventual identificación de las duplicaciones entre las accesiones reunidas, muchas veces introducidas reiteradamente y frecuentemente escondidas de la correcta identificación botánica bajo diferentes nombres o denominaciones locales (Giacometti, 1988).

Querol (1988) propone que la caracterización es la toma de datos cualitativos para describir y diferenciar entradas de una misma especie; los datos de caracterización se pueden agrupar de manera general en: Caracteres de la planta, hoja, flor, fruto, semilla y partes subterráneas. Muchas de estas características parten de las claves taxonómicas utilizadas para diferenciar géneros y especies. En una primera fase se hace el estudio de todas las accesiones y posteriormente la caracterización permite conocer la variabilidad del género.

1.17. Generalidades en la caracterización preliminar

Existen variadas estrategias de caracterización, las cuales dependen básicamente, del tipo de germoplasma y de los objetivos de la conservación. La conservación en sí, no

se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento) sino que requiere asegurar la existencia de éstos en el tiempo en condiciones viables y con sus características genéticas originales. Holle y Sevilla (2006) señalan que se denomina germoplasma a cualquier parte de una planta que contiene información genética necesaria para regenerar y producir una nueva planta adulta.

- **Procedencia:** Lugar geográfico de una población o individuo donde el germoplasma fue recolectado.
- **Colección:** Es un Grupo de Germoplasma, de accesiones que se conservan con un objetivo específico y en determinadas condiciones.
- **Accesión:** Muestra distinta de germoplasma que se mantiene en un Banco de Germoplasma para su conservación y uso. El germoplasma se conserva en diferentes colecciones, estas son utilizadas por el Banco de Germoplasma de diferentes maneras. Existen tres tipos de colecciones fundamentales: base, activa y de trabajo.
- **Colección Base:** Es una colección de germoplasma que se conserva a largo plazo y no es usada como fuente de distribución rutinaria. Es una representación de toda la variabilidad genética existente. Generalmente se almacena a temperatura bajo cero, con un bajo contenido de humedad.
- **Colección Activa:** Es la que se utiliza para regeneración, multiplicación, distribución, caracterización y evaluación. Debe mantenerse en cantidad suficiente con el fin de estar disponible cada vez que sea necesario. Generalmente se duplica en una colección base y se almacena a mediano o largo plazo.
- **Colección de Trabajo:** Es una colección que utilizan los fitomejoradores o investigadores en su trabajo. La conservación no constituye una prioridad. Ejemplo: un grupo de accesiones derivadas de una colección activa.

1.18. Antecedentes y estado del manejo del maíz en Bolivia

La primera recolección sistemática de germoplasma en Bolivia se la realizó a principios de los años cincuenta, con fondos donados de la Technical Cooperation Administration y la Fundación Rockefeller, se colectaron 844 accesiones de maíz y se enviaron al Banco de Plasma Germinal de Medellín, Colombia.

Un duplicado de esta colección se quedó en la Estación Experimental de La Tamborada perteneciente al entonces Ministerio de Agricultura y posteriormente cedida a la Universidad Mayor de San Simón. Otro duplicado de seguridad se envió al Banco Nacional de germoplasma de los EEUU en Fort Collins. El duplicado en Bolivia se mantuvo en pésimas condiciones, una gran parte de la colección todavía pudo germinar y fue regenerada a fines de los años 60, a principios de los años 70 los responsables perdieron toda la colección boliviana de maíz y las accesiones de esta colecta no han sido repatriadas. A principios de los años 80 el entonces IBPGR, conjuntamente a la Fundación Simón I. Patiño, financiaron diversas misiones de recolección de maíz, fríjol, ajíes, cucúrbitas, lupinos y amarantos o millmi. También se sumó la contribución de la Fundación Simón I. Patiño para la recolección de trigo, haba y arveja, las cuales se conservan en el Banco de Germoplasma de Pairumani, duplicados de parte de la colección de maíz se tiene en Fort Collins de EEUU y el Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT) y una parte de la colección de fríjol en el Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT), desafortunadamente en los datos de pasaporte del CIAT, no conservaron la numeración de origen del banco de Pairumani, con los estudios de caracterización molecular que se están ejecutando independientemente en el CIAT y en Pairumani, se espera que se pueda establecer las relaciones de las accesiones conservadas por ambos bancos.

Los duplicados de seguridad de maíz, papa, fríjol y pasifloras fueron impuestos por los contratos de colecta firmados entre los financiadores y el entonces Ministerio de Agricultura, antes de la firma de la Decisión 391 de la Comunidad Andina de Naciones,

que regula el acceso a los recursos genéticos (FAO, 2009). El 22 de abril de 2003 se establece el Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y Alimentación (SINARGEAA) como instrumento de cooperación a la conservación de los recursos genéticos (Rojas *et al.*, 2003).

Al presente el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), de acuerdo al Decreto Supremo 29611 de junio de 2008, en su Artículo 5 inciso c), es la entidad responsable de “administrar el sistema nacional de recursos genéticos agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales, Bancos de germoplasma y centros de investigación” (FAO, 2009).

1.19. Marco legal para la conservación

La gestión de los recursos genéticos está dada por el Decreto Supremo 24676 de fecha 21 de junio de 1997. El objetivo principal de esta norma es reglamentar la Decisión 391 en la nación, estableciendo obligatoriedad de suscripción de contratos entre el solicitante y el Estado para acceder a cualquier recurso genético de origen boliviano, en casos que los recursos genéticos a acceder se encuentren en tierras comunitarias de origen exigir la participación justa y equitativa de los beneficios que reporten el acceso a estos recursos genéticos.

El Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria (SIBTA) actúa sobre el ámbito estratégico del Desarrollo agropecuario, forestal y agroindustrial, poniendo a su servicio la capacidad técnica operativa para promover las innovaciones tecnológicas, bajo la constante de apoyar el desarrollo productivo en el marco de la diversidad ecológica, social y económica del país. Fue creado mediante Decreto Supremo No. 25717 del 30 de marzo del 2000, como un modelo de articulación entre el sector público y privado del país citado por la FAO (2009). En el marco del Decreto Supremo 25717, se crea el Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y Alimentación (SINARGEAA) a través de una Resolución Ministerial 032 de 22 de abril de 2003 como un instrumento que coadyuve a la conservación, desarrollo y uso sostenible de los recursos genéticos de los cuales Bolivia es país de origen (FAO *et al.*, 2009). El

Decreto Supremo Nro.29611 (25 de junio del 2008), crea el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente (MDRA y MA) (Art. 2). En el artículo 5 inciso (a) establece que entre sus funciones está “Dirigir, realizar y ejecutar procesos de investigación, innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semilla, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos”.

A partir de este Decreto, el INIAF asume la responsabilidad de conservar los Recursos Genéticos a corto, mediano, largo plazo y delega la conservación a Bancos del Sistema Nacional de Recursos Genéticos bajo el marco del Proyecto de Transición de los Bancos de Germoplasma, para su administración completa por el estado (INIAF, 2009).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Localización.

La Carrera de Ingeniería Agronómica se encuentra ubicada en la ciudad de Tarija en el Campus El Tejar – Av. Jaime Paz Zamora, Prov. Cercado, Departamento de Tarija; situado al sur de Bolivia, limita al norte con el Departamento de Chuquisaca y al sur con las repúblicas de Argentina y Paraguay, al este con Paraguay y al oeste con los departamentos de Potosí y Chuquisaca. La ciudad de Tarija tiene las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $21^{\circ}32'$ y Longitud Oeste $64^{\circ}44'$, a una altura de 1855 m.s.n.m.

Dicha carrera cuenta con un laboratorio de semillas donde se realiza la caracterización. El Laboratorio de semillas es una Unidad técnica que brinda toda su infraestructura equipamiento con el fin de conseguir los siguientes objetivos:

Realización de prácticas docentes. Las mismas permitirán que los estudiantes adquieran las habilidades y destrezas propias de los métodos de investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen, y comprueben los fundamentos teóricos de las materias, mediante la práctica.

2.2. Materiales.

2.2.1. Material genético.

El material genético (Maíz kulli) utilizado para la caracterización será recolectado de seis diferentes procedencias, con sus respectivas identificaciones de recolección durante el periodo 2021. Las colectas estarán almacenadas en frascos con una humedad de 14 % en grano y temperatura ambiente a 14°C .

2.2.2. Materiales de laboratorio.

- Bandejas de plástico.

- Sustrato arena.
- Balanza analítica.
- Pulverizador.
- Cajas petri.
- Estufa.
- Probeta graduada.
- Tabla de colores Munsell.
- Agua destilada.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de apuntes.
- Formulario de registro de resultados.
- Cinta métrica.
- Diafanoscopio.
- Vernier.
- Mortero.

2.2.3. Materiales de campo.

- Material vegetal(semilla de maíz)
- Registros.
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica.
- Frascos de plástico.

2.2.4. Materiales de escritorio.

- Computadora.
- Lápiz.
- Calculadora.
- Hojas de papel.

2.3. Metodología

Primero se determina las características cuantitativas y cualitativas de la mazorca.

Segundo se determina las características cuantitativas y cualitativas del grano.

Tercero se determina la calidad física de las semillas.

En el análisis de los datos estadísticamente se aplicará: estadística descriptiva

2.3.1. Procedimiento del trabajo

Inicialmente se recopila toda la información para la caracterización de las variedades colectadas de maíz. Luego se organiza la información obtenida en una base de datos. Finalmente se realiza la evaluación de la información y posteriormente se generarán las conclusiones finales.

2.4. Variables a evaluar

2.4.1. Características de la mazorca

Se usa 8 mazorcas por procedencia.

2.4.1.1. Cobertura de la mazorca

3 Pobre

5 Intermedia

7 Buena

2.4.1.2 Daños a la mazorca

Grado del daño a la mazorca por pudrición y/o insectos, etc.

0 Ninguno

3 Poco

7 Grave

2.4.1.3. Disposición de hileras de granos

Usar la mazorca más alta

1 Regular

2 Irregular

3 Recta

4 En espiral



1 regular

2 Irregular

3 Recta

4 En espiral

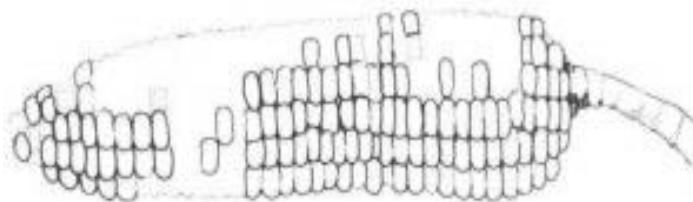
Disposición de hileras de granos

2.4.1.4. Hileras por mazorca (Nro.)- Se contabilizará el número de hileras en las mazorcas, para posteriormente luego promediarlas.

2.4.1.5. Granos por hilera -(Nro.). Del mismo modo anterior, se llegara a contar el número de granos por hilera de la mazorca para luego realizar los correspondientes promedios.

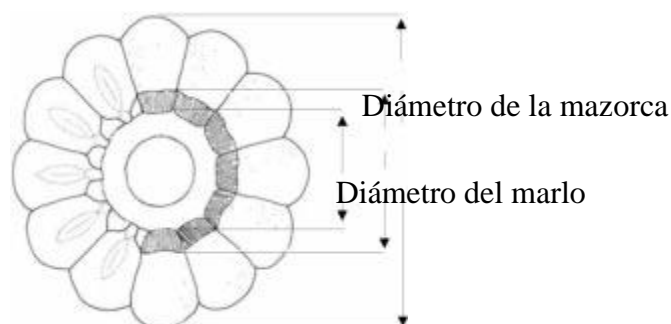
2.4.1.6. Granos por mazorca (Nro.)- Se contabilizará el número de granos por cada mazorca colectada y seguidamente se sacará el promedio.

2.4.1.7. Longitud de la mazorca (cm).- Se toma la mazorca y mide su longitud para luego promediarla, el procedimiento se repite en cada procedencia colectada.



2.4.1.8. Diámetro de la mazorca (cm).- Se toman las mismas mazorcas para la determinación del diámetro.

Se mide en la parte central de la mazorca más alta



2.4.1.9. Peso de mazorca (g).- También se realiza el pesaje de cada una de las mazorcas (incluyendo el olote o marlo).

2.4.1.10. Peso del grano de mazorca (g).- De la misma mazorca se estima el peso de solo el grano (humedad de grano 14%) sin la presencia del marlo y esto se repite para cada procedencia.

2.4.1.11. Diámetro del marlo [cm].- Se toman las mismas mazorcas para la determinación del diámetro del olote.

2.4.1.12. Número de brácteas (Nro.).- Contar el número de brácteas por mazorca.

2.4.1.13. Color del marlo

1 Blanco

2 Rojo

3 Café

4 Morado

5 Jaspeado

2.4.1.14. Forma de la mazorca

1 Cilíndrica

2 Cilíndrica-cónica

3 Cónica

4 Esférica

2.4.2. Características del grano

2.4.2.1. Tipo de grano

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

1.- Harinoso

2.- Semiharinoso (morocho), con una capa externa de endospermo 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.

2.4.2. 2. Longitud del grano [mm]

Promedio de 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca más alta, medidos con un calibrador.

2.4.2.3. Ancho del grano [mm]

Se miden los mismos 10 granos utilizados anteriormente.

2.4.2.4 Grosor del grano [mm]

Se miden los mismos 10 granos utilizados en el punto anterior.

2.4.2.5 Forma de la superficie del grano

1 Contraído

2 Dentado

3 Plano

4 Redondo

5 Puntiagudo

6 Muy puntiagudo



Contraído



Dentado



Plano



Redondo



Puntiagudo



Muy puntiagudo

2.4.2.6. Color del pericarpio

- 1 Incoloro
- 2 Blanco grisáceo
- 3 Rojo
- 4 Café
- 5 Otro (especificar en el descriptor)

2.4.2.7. Color del endospermo

- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo pálido
- 4 Amarillo
- 5 Anaranjado
- 6 Capa blanco

2.4.3. Calidad física de la semilla

2.4.3.1. Análisis de pureza

-Una vez obtenidas las muestras de trabajo debe ser un poco mayor a 200gr se trabaja con el peso mínimo requerido tomando en cuenta todas las pruebas físicas a realizar y considerando el tamaño de la semilla.

-La separación de los componentes se la realiza en un diafanoscopio separando con una pinza las semillas puras de los materiales como ser: materia inerte y otras semillas en base a observaciones visuales.

-Los materiales considerados como semillas puras, materia inerte y otras semillas se pondrán separado en distintos sobres.

-La fracción de semillas puras se toma en cuenta las siguientes estructuras además de semillas inmaduras, de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas, o germinadas siempre que puedan ser identificadas como pertenecientes a dicha especie, con excepción de aquellas que hayan sido transformadas por los hongos, masas esporíferas de caries o agallas.

-La fracción de otras semillas se toma en cuenta las que vengan de diferentes especies no pertenecientes a la especie en estudio.

-Se procede a calcular de la siguiente manera:

Porcentaje de pureza= Peso de semilla pura x100

Peso total de la muestra original

2.4.3.2. Análisis de porcentaje de humedad.

Este análisis se realiza con muestras de 5gr cada una, de las seis muestras cuatro muestras repetidas.

El procedimiento nos indica que debe ser molido en material vegetal (semilla)

Y se utiliza el método de la estufa a alta temperatura constante que implica secar las semillas a 130° C durante 2 horas.

Se realiza el siguiente procedimiento:

-Se pesa los contenedores vacíos más su tapa (cajas petri) y se toman los datos, de cajas por si se usan sub muestras de cada una. (mr.)

-Se realiza rápidamente el molido de las semillas. Se añade los 5gr requeridos y se tapa rápidamente para evitar la pérdida de humedad en el ambiente.

- Se pesa el contenedor tapado más la semilla molida y registran los datos (mh)

-Después de pesar todas las muestras del material se llevan todos los contenedores a la estufa a 130°C y se mantiene destapado durante una hora del secado.

-Después de cumplirse las dos horas requeridas se tapan rápidamente y se retiran los contenedores y se retiran de la estufa.

-Se deja enfriar una hora las muestras.

-Se realiza el pesado final de masa seca (ms).

Por último se realiza el siguiente cálculo:

$$\% \text{ Humedad} = 100 \times \frac{(mh - ms)}{(ms - mr)}$$

2.4.3.3. Determinación del peso de 1000 semillas.

Partiendo de la semilla pura se pesa directamente 8 repeticiones de 100 semillas cada una al azar y se toma los pesos para los cálculos correspondientes.

Se realiza el cálculo con regla de tres simple.

2.4.3.4. Determinación del poder germinativo

-De la semilla pura de cada muestra se toma cuatro sub muestras de 100 semillas cada una.

- Las semillas se colocan a germinar en bandejas plásticas con un sustrato de arena ya que es el sustrato que mejor respuesta germinativa presenta en las semillas en general.

-Se humedece el sustrato con agua destilada de acuerdo al requerimiento de las semillas. Seguidamente se distribuye las semillas uniformemente luego se las cubre

con una capa de 10 a 20 mm sin comprimirla, inmediatamente, las bandejas fueron colocadas en la cámara de germinación a una temperatura de 20° C.

-Se debe evaluar el porcentaje de germinación con un primer conteo de acuerdo a la especie.

-Tomar datos de semillas anormales, frescas, duras y muertas.

-La media de las cuatro réplicas de cada muestra, determinar el número de semillas germinadas, con estos datos se determina en porcentaje de germinación con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

2.4.3.5. Determinación del valor cultural

La determinación del valor cultural se realiza con los datos de la pureza física y germinación obtenidos, estos nos permiten determinar con anticipación el valor cultural en el campo.

La misma que se determina por la fórmula:

$$\text{valor cultural} = \frac{\text{porcentaje de pureza} \times \text{porcentaje de germinacion}}{100}$$

2.5. Análisis estadístico.

Las medidas de dispersión analizadas fueron:

Varianza:

$$S^2 = \frac{\sum(X_1 - \bar{X})^2}{n-1}$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\textit{varianza}}$$

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Pruebas estadísticas: la prueba de t de student.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados fueron los siguientes:

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA.

3.1.1 CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS DE LA MAZORCA DE MAÍZ

(var: kulli)

Cuadro N° 5

DATOS DE CARACTERIZACIÓN DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Datos de caracterización de la mazorca						
Características cuantitativas	Procedencias					
	San Lorencito	El Puesto	Chaupi Cancha	Jaramillo	Suipacha	Caña Huayco
N° de brácteas	7	-	-	6,2	-	-
N° de hileras por mazorcas	12	12	12,5	10,5	14,5	11,8
N° de granos por hilera	24	22	23,5	20,8	28,5	14,7
N° de granos por mazorca	261	268	282,8	200,2	371	142
Longitud de la mazorca (cm)	12	10,5	11,4	10,6	13,1	7,8
Diámetro de la mazorca (cm)	4,3	4,2	4	3,9	4,5	3,6
Peso de la mazorca (gr)	127,4	78,5	83,8	53,3	119	37,1

Peso del grano de la mazorca (gr)	107,8	67	72,8	45,6	104,1	30
--	-------	----	------	------	-------	----

Al respecto (Pimentel, 2012) obtuvo resultados en maíz variedad kulli relacionado a N° de hileras por mazorca, quien indica que tiene una media de 12 hileras por mazorca resultados similares a los nuestros en las procedencias (San Lorencito, El Puesto, Chaupi Cancha y Caña Huayco).

En longitud de mazorca, afirma que obtuvo una media de 16,98 cm resultados muy diferentes a los que obtuvimos en laboratorio.

En diámetro de mazorca obtuvo una media de 4,23 cm resultados similares a los nuestros con las procedencias (San Lorencito, El Puesto, Chaupi Cancha y Suipacha).

En cuanto a los pesos de la mazorca con y sin marlo, (Pimentel, 2012) obtuvo pesos mucho más altos debido a que sus mazorcas tenían mayor longitud, con una media de 219,54 gr en peso de la mazorca con marlo y 167,74gr en peso del grano resultados muy alejados a los nuestros.

Cuadro N° 6

MEDIDA DE DISPERSIÓN DE LONGITUD (cm) DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencia	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	12	1,34	1,15	9,58%
El Puesto	10,5	1,95	1,39	13,23%
Chaupi Cancha	11,5	1,98	1,40	12,17%
Jaramillo	10,6	0,85	0,92	0,95%
Suipacha	13,11	2,35	1,53	11,67%
Caña Huayco	7,8	3,95	1,98	25,38%

Cuadro N° 7

**COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO DE
LONGITUD (cm) DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)**

Procedencias	Longitud de la mazorca (cm)	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	12	2,23	2,14	SI
El Puesto	10,5			
San Lorencito	12	0,74	2,14	NO
Chaupi Cancha	11,5			
San Lorencito	12	2,59	2,14	SI
Jaramillo	10,6			
San Lorencito	12	1,56	2,14	NO
Suipacha	13,11			
San Lorencito	12	4,94	2,14	SI
Caña Huayco	7,8			
El Puesto	10,5	1,36	2,14	NO
Chaupi Cancha	11,5			
El Puesto	10,5	0,16	2,14	NO
Jaramillo	10,6			

El Puesto	10,5			
Suipacha	13,11	3,38	2,14	SI
El Puesto	10,5			
Caña Huayco	7,8	3	2,14	SI
Chaupi Cancha	11,5			
Jaramillo	10,6	1,45	2,14	NO
Chaupi Cancha	11,5			
Suipacha	13,11	2,09	2,14	NO
Chaupi Cancha	11,5			
Caña Huayco	7,8	4,11	2,14	SI
Jaramillo	10,6			
Suipacha	13,11	3,80	2,14	SI
Jaramillo	10,6			
Caña Huayco	7,8	3,45	2,14	SI
Suipacha	13,11			
Caña Huayco	7,8	5,70	2,14	SI

Los valores de la longitud de la mazorca de maíz (var: kulli), nos demuestran que sí tienen diferencia estadísticamente significativa en la mayoría a excepción de:

San Lorencito y Chaupi Cancha

San Lorencito y Suipacha

El Puesto y Chaupi Cancha

El Puesto y Jaramillo

Chaupi Cancha y Jaramillo

Chaupi Cancha y Suipacha

Que no tiene diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la longitud de la mazorca.

Cuadro N° 8

**MEDIDA DE DISPERSIÓN DE N° DE HILERAS POR MAZORCA DE MAÍZ
(var: kulli)**

Procedencias	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	12	0	0	0%
El Puesto	12,5	0,85	0,92	7,36%
Chaupi Cancha	12,25	0,49	0,7	5,71%
Jaramillo	10,5	3,14	1,77	16,85%
Suipacha	14,5	0,85	0,92	6,34%
Caña Huayco	11,7	1,64	1,28	10,89%

Cuadro N° 9

**COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO DE
N° DE HILERAS POR MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)**

Procedencias	N° de hileras por mazorca	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	12	1,47	2,14	NO
El Puesto	12,5			

San Lorencito	12			
Chaupi Cancha	12,25	0,96	2,14	NO
San Lorencito	12			
Jaramillo	10,5	2,27	2,14	SI
San Lorencito	12			
Suipacha	14,5	7,35	2,14	SI
San Lorencito	12			
Caña Huayco	11,75	0,88	2,14	NO
El Puesto	12,5			
Chaupi Cancha	12,25	0,59	2,14	NO
El Puesto	12,5			
Jaramillo	10,5	2,70	2,14	SI
El Puesto	12,5			
Suipacha	14,5	4,16	2,14	SI
El Puesto	12,5			
Caña Huayco	11,75	1,37	2,14	NO
Chaupi Cancha	12,25			
Jaramillo	10,5	2,5	2,14	SI

Chaupi Cancha	12,25			
Suipacha	14,5	5,35	2,14	SI
Chaupi Cancha	12,25			
Caña Huayco	11,75	1.01	2,14	NO
Jaramillo	10,5			
Suipacha	14,5	5,40	2,14	SI
Jaramillo	10,5			
Caña Huayco	11,75	1,48	2,14	NO
Suipacha	14,5			
Caña Huayco	11,75	4,82	2,14	SI

Los valores del N° de hileras por mazorca de maíz (var: kulli), nos demuestran que ocho comparaciones entre procedencias sí tienen diferencia estadísticamente significativa y siete comparaciones no tienen diferencia estadísticamente significativa en cuanto a esta variable.

Cuadro N° 10

MEDIDA DE DISPERSIÓN DEL PESO (gr) DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	127,48	481,16	21	16,47%
El Puesto	78,48	1095,95	33,10	42,17%

Chaupi Cancha	72,8	352,35	18,77	25,78%
Jaramillo	53,28	145,49	12,06	22,63%
Suipacha	119,36	339,13	18,41	15,42%
Caña Huayco	37,1	175,05	13,23	35,66%

Cuadro N° 11

COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO DE PESO (gr) POR MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Peso por mazorca (gr)	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	127,48	3,30	2,14	SI
El Puesto	78,48			
San Lorencito	127,48	5,14	2,14	SI
Chaupi Cancha	72,8			
San Lorencito	127,48	8,11	2,14	SI
Jaramillo	53,28			
San Lorencito	127,48	0,77	2,14	NO
Suipacha	119,36			
San Lorencito	127,48	9,64	2,14	SI
Caña Huayco	37,1			

El Puesto	78,48			
Chaupi Cancha	72,8	0,39	2,14	NO
El Puesto	78,48			
Jaramillo	53,28	1,89	2,14	NO
El Puesto	78,48			
Suipacha	119,36	2,85	2,14	SI
El Puesto	78,48			
Caña Huayco	37,1	3,07	2,14	SI
Chaupi Cancha	72,8			
Jaramillo	53,28	2,32	2,14	SI
Chaupi Cancha	72,8			
Suipacha	119,36	4,69	2,14	SI
Chaupi Cancha	72,8			
Caña Huayco	37,1	4,12	2,14	SI
Jaramillo	53,28			
Suipacha	119,36	7,96	2,14	SI
Jaramillo	53,28			
Caña Huayco	37,1	2,39	2,14	SI

Suipacha	119,36			
Caña Huayco	37,1	9,60	2,14	SI

Los valores del peso por mazorca de maíz (var: kulli), nos demuestran que sí tiene diferencia estadísticamente significativa en comparación entre procedencias, a excepto de:

San Lorencito y Suipacha

El Puesto y Chaupi

El Puesto y Jaramillo

Que no presentan diferencia significativa en cuanto a esta variable.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE LA MAZORCA DE MAÍZ

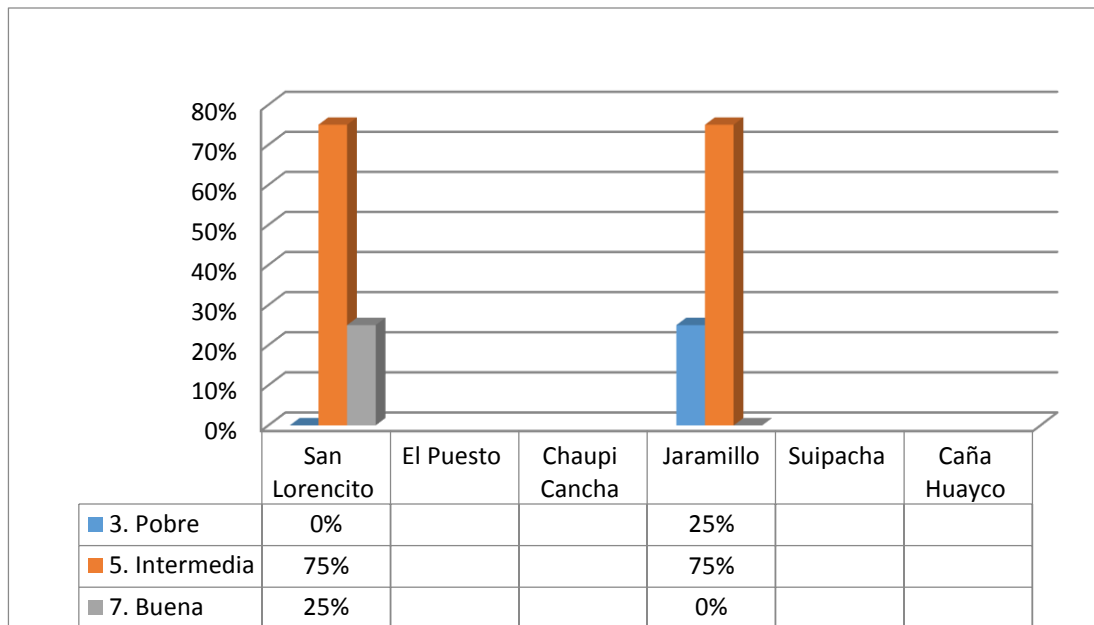
(var: kulli)

Cuadro N° 12

COBERTURA DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Precedencias	Cobertura de la mazorca de maíz (var: kulli)		
	3. Pobre	5. Intermedia	7. Buena
San Lorencito	0%	75%	25%
El Puesto	-	-	-
Chaupi Cancha	-	-	-
Jaramillo	25%	75%	0%
Suipacha	-	-	-
Caña Huayco	-	-	-

Gráfico N° 1
COBERTURA DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)



Podemos observar que solo dos procedencias tienen valores, y cuatro no tienen ningún valor, esto se debe a que en el momento que se realizó la colecta, las muestras ya se encontraban en el depósito del agricultor lo cual ya no contaban con su cobertura.

La gráfica presenta los siguientes valores para la procedencia de San Lorencito, 75% de las muestras tienen una cobertura Intermedia y el 25% tiene una cobertura buena. Para la procedencia de Jaramillo, 75% de las muestras tienen una cobertura Intermedia y el 25% cuenta con una cobertura mala.

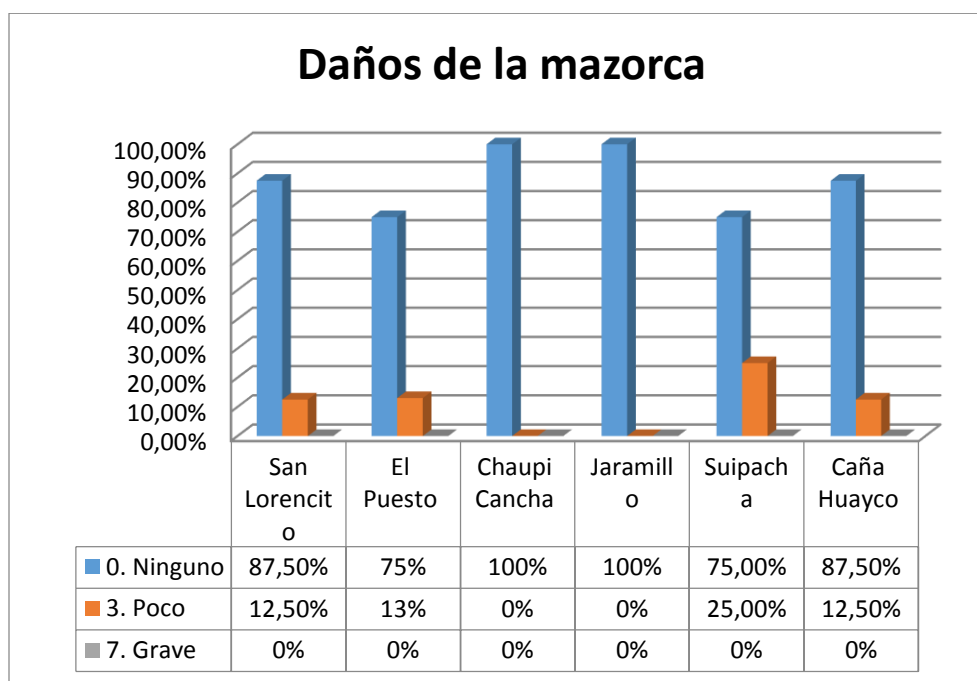
Al respecto Obando (2019) obtuvo resultados en maíz de tipo harinoso relacionado a la cobertura de la mazorca quien indica que el 100% tiene buena cobertura y no presentan cobertura intermedia ni pobre, resultados contrarios a los nuestros.

Y Morales (2016) manifiesta que las variedades de tipo harinosas el 70% la cobertura es buena, el 20% intermedia y 10% pobre, resultados que se acercan más a los nuestros.

Cuadro N° 13
DAÑOS DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencia	Daños de la mazorca de maíz (var: kulli)		
	0. Ninguno	3. Poco	7. Grave
San Lorencito	87,50%	12,50%	0%
El Puesto	75%	13%	0%
Chaupi Cancha	100%	0%	0%
Jaramillo	100%	0%	0%
Suipacha	75,00%	25,00%	0%
Caña Huayco	87,50%	12,50%	0%

Gráfico N° 2
DAÑOS DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)



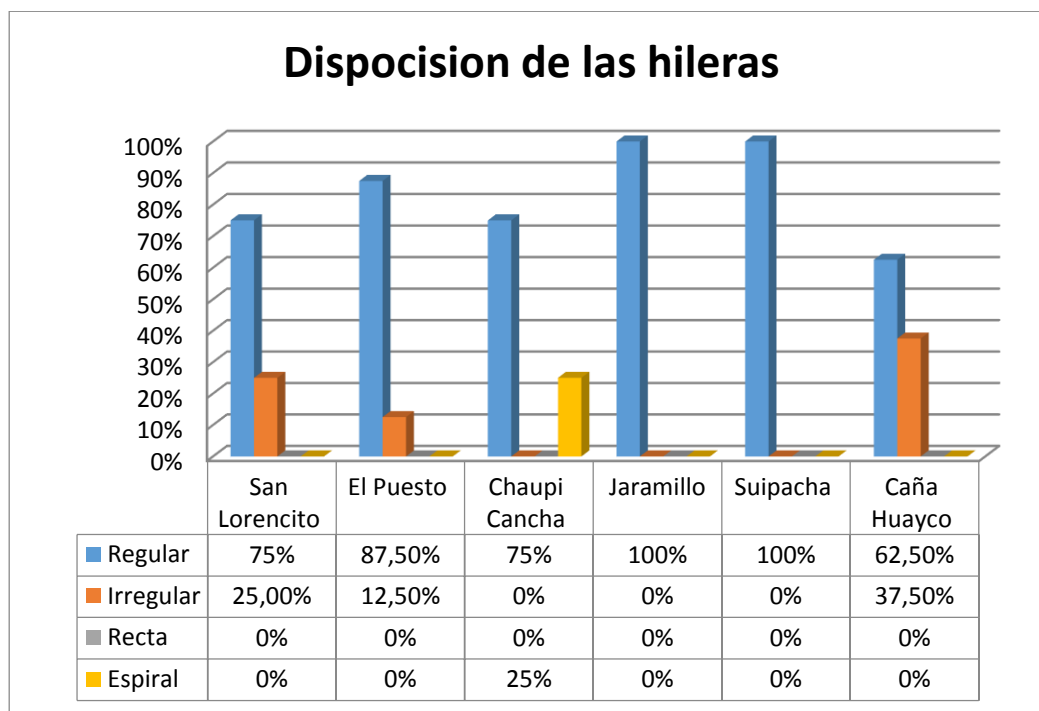
El siguiente gráfico nos presenta porcentajes de los daños en la mazorca de las diferentes procedencias, Suipacha alcanzando hasta un 25% de sus mazorcas tenían un daño (granos que presentan hongos) considerado poco de acuerdo a los descriptores del (CIMMYT 1991). Seguido de las procedencias San Lorencito, El Puesto y Caña Huayco que el 12,5% de sus mazorcas tienen un daño (granos comidos por loros y ratones) considerado poco. Por último se puede observar que hay dos procedencias Chaupi Cancha y Jaramillo, que sus mazorcas no presentan ningún tipo de daño.

Cuadro N° 14

DISPOSICIÓN DE LAS HILERAS DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Disposición de las hileras de maíz (var: kulli)			
	Regular	Irregular	Recta	Espiral
San Lorencito	75%	25,00%	0%	0%
El Puesto	87,50%	12,50%	0%	0%
Chaupi Cancha	75%	0%	0%	25%
Jaramillo	100%	0%	0%	0%
Suipacha	100%	0%	0%	0%
Caña Huayco	62,50%	37,50%	0%	0%

Gráfico N° 3
DISPOSICIÓN DE LAS HILERAS DE MAÍZ (var: kulli)



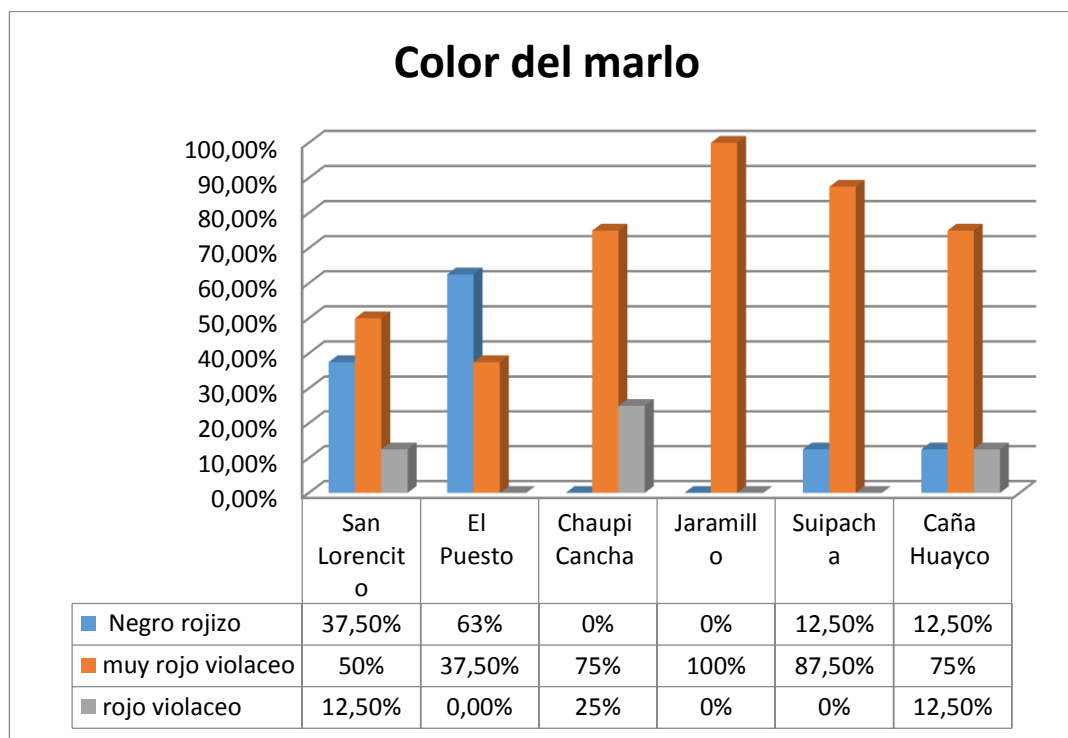
En el presente gráfico se expone el tipo de disposición de las hileras en la mazorca mediante un %.

Tenemos dos procedencias Jaramillo y Suipacha que presentan en un 100% que la disposición de sus hileras es de tipo Regular, seguido de El Puesto que tiene el 87,5% de sus mazorcas de tipo regular y el 12,5% son de tipo Irregular. La procedencia de Chaupi Cancha tiene el 75% de sus mazorcas de tipo regular y 25% de tipo espiral, San Lorencito tiene 75% de sus mazorcas tipo regular y 25% de tipo irregular. Por último la procedencia de Caña Huayco que el 62,5% de sus mazorcas son de tipo regular y 37,5% son de tipo irregular.

Cuadro N° 15
COLOR DEL MARLO DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Color del marlo de maíz (var: kulli)		
	Negro rojizo	muy rojo violáceo	rojo violáceo
San Lorencito	37,50%	50%	12,50%
El Puesto	63%	37,50%	0,00%
Chaupi Cancha	0%	75%	25%
Jaramillo	0%	100%	0%
Suipacha	12,50%	87,50%	0%
Caña Huayco	12,50%	75%	12,50%

Gráfico N° 4
COLOR DEL MARLO DE MAÍZ (var: kulli)



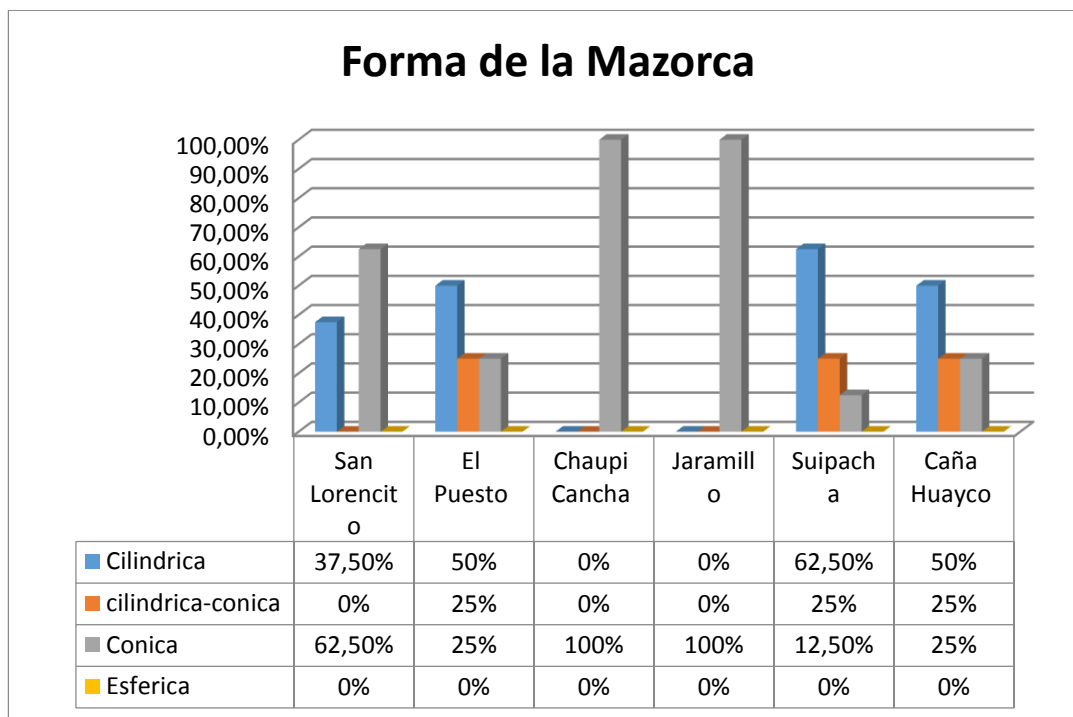
El siguiente gráfico presenta el color del marlo de las seis procedencias los datos lanzaron tres colores el que tiene mayor % es el muy rojo violáceo, seguido por negro rojizo y por último el rojo violáceo. Todas las procedencias tienen ambos colores a excepción de la procedencia de Jaramillo que tiene el 100% de sus olores de color muy rojo violáceo el mismo color que predomina en las 5 procedencias anteriores.

Cuadro N° 16

FORMA DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Forma de la mazorca de maíz (var: kulli)			
	Cilíndrica	Cilíndrica - cónica	Cónica	Esférica
San Lorencito	37,50%	0%	62,50%	0%
El Puesto	50%	25%	25%	0%
Chaupi Cancha	0%	0%	100%	0%
Jaramillo	0%	0%	100%	0%
Suipacha	62,50%	25%	12,50%	0%
Caña Huayco	50%	25%	25%	0%

Gráfico N° 5
FORMA DE LA MAZORCA DE MAÍZ (var: kulli)



Como podemos notar en el presente gráfico, ante las seis procedencias predomina la forma de la mazorca cónica, seguido de la forma cilíndrica y por último cilíndrica-cónica. Las procedencias Chaupi Cancha y Jaramillo presentaron un 100% de sus mazorcas de forma Cónica, seguido por El Puesto y Caña Huayco con 50% de sus mazorcas presentaron forma cilíndrica, 25% de sus mazorcas forma cilíndrica-cónica y el 25% restante sus mazorcas son Cónicas. La procedencia de San Lorencito presentaron 62,5% de sus mazorcas son cónicas y 37,5% son Cilíndricas y por último Suipacha con 62,5% de sus mazorcas son cilíndricas, 25% de sus mazorcas son cilíndrica-cónica y por último el 12,5% restante de las mazorcas son cónicas.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE MAÍZ (var: kulli).

3.2.1 CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS.

Cuadro N° 17

DATOS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL GRANO DE MAÍZ (var: kulli)

Características cuantitativas	PROCEDENCIAS					
	San Lorencito	El Puesto	Chaupi Cancha	Jaramillo	Suipacha	Caña Huayco
Longitud del grano (mm)	12,4	11,7	11,0	10,6	13,3	9,6
Ancho de grano (mm)	8,0	7,3	7,0	7,1	7,6	6,7
Grosor del grano (mm)	3,6	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3

Al respecto Pimentel (2012) obtuvo resultados en el grano de maíz variedad kulli relacionado a características cuantitativas con un promedio de 10,4mm en longitud, 7,7mm de ancho y 3,8mm grosor, resultados similares a los nuestros.

Cuadro N° 18

MEDIDA DE DISPERSIÓN DE LA LONGITUD DEL GRANO DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	12,4	0,46	0,67	5,40%
El Puesto	11,7	2,77	1,66	14,18%
Chaupi Cancha	11	0,12	0,34	3,09%

Jaramillo	10,6	0,65	0,80	7,54%
Suipacha	13,3	1,09	1,04	7,81%
Caña Huayco	9,6	0,59	0,76	7,91%

Cuadro N° 19

**COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO DE
LONGITUD DEL GRANO DE MAÍZ (var: kulli)**

Procedencias	Longitud del grano	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	12,4	0,66	2,14	SI
El Puesto	11,7			
San Lorencito	12,4	5,18	2,14	SI
Chaupi Cancha	11			
San Lorencito	12,4	4,61	2,14	SI
Jaramillo	10,6			
San Lorencito	12,4	1,95	2,14	NO
Suipacha	13,3			
San Lorencito	12,4	7,56	2,14	SI
Caña Huayco	9,6			
El Puesto	11,7	1,11	2,14	NO
Chaupi Cancha	11			

El Puesto	11,7			
Jaramillo	10,6	1,61	2,14	NO
El Puesto	11,7			
Suipacha	13,3	2,19	2,14	SI
El Puesto	11,7			
Caña Huayco	9,6	3,08	2,14	SI
Chaupi Cancha	11			
Jaramillo	10,6	1,25	2,14	SI
Chaupi Cancha	11			
Suipacha	13,3	5,75	2,14	SI
Chaupi Cancha	11			
Caña Huayco	9,6	4,6	2,14	SI
Jaramillo	10,6			
Suipacha	13,3	5,51	2,14	SI
Jaramillo	10,6			
Caña Huayco	9,6	2,43	2,14	SI
Suipacha	13,3			
Caña Huayco	9,6	7,70	2,14	SI

Los valores de la longitud del grano de maíz (var: kulli), nos demuestran que si tiene diferencia estadísticamente significativa en comparación entre procedencias, a excepto de:

San Lorencito y Suipacha.

El Puesto y Chaupi Cancha.

El Puesto y Jaramillo.

Que no tiene diferencia significativa en cuanto a la variable.

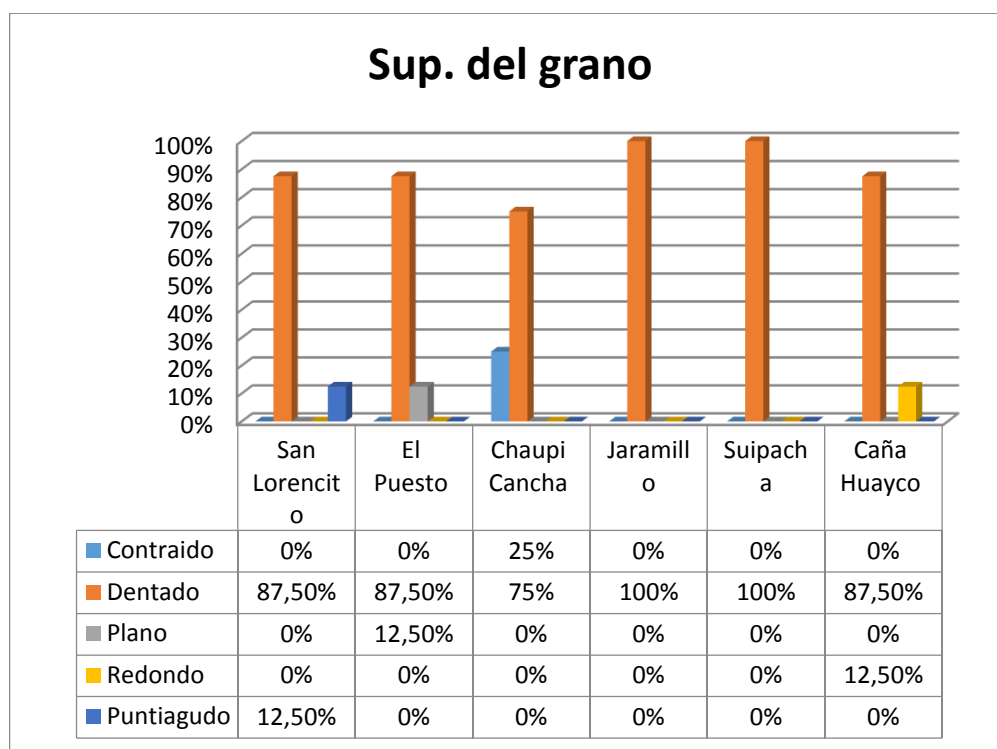
3.2.2. CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

Cuadro N° 20

FORMA DE SUPERFICIE DEL GRANO DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Forma de superficie del grano de maíz (var: kulli)				
	Contraído	Dentado	Plano	Redondo	Puntiagudo
San Lorencito	0%	87,50%	0%	0%	12,50%
El Puesto	0%	87,50	12,50%	0%	0%
Chaupi Cancha	25%	75%	0%	0%	0%
Jaramillo	0%	100%	0%	0%	0%
Suipacha	0%	100%	0%	0%	0%
Caña Huayco	0%	87,50%	0%	12,50%	0%

Gráfico N° 6
FORMA DE SUPERFICIE DEL GRANO DE MAÍZ (var: kulli)



En el siguiente gráfico nos presenta la forma de la superficie del grano en las seis procedencias estudiadas que se obtuvo en laboratorio de acuerdo a los tipos de superficie planteado por el (CIMMYT-1991). El mayor porcentaje que se obtuvo fue la forma de superficie dentado que predominó ante las otras formas. Siendo las procedencias de Jaramillo y Suipacha que tienen el 100% de sus granos la superficie dentado. Seguido por San Lorencito y El Puesto y Caña Huayco que cuentan con un 87,5% de sus granos la superficie dentado y el 12,5% restante de los granos tienen la superficie puntiaguda, plana y redonda. Por último Chaupi Cancha tiene un 75% de sus granos de superficie dentado y el 25% restante tiene la superficie contraída.

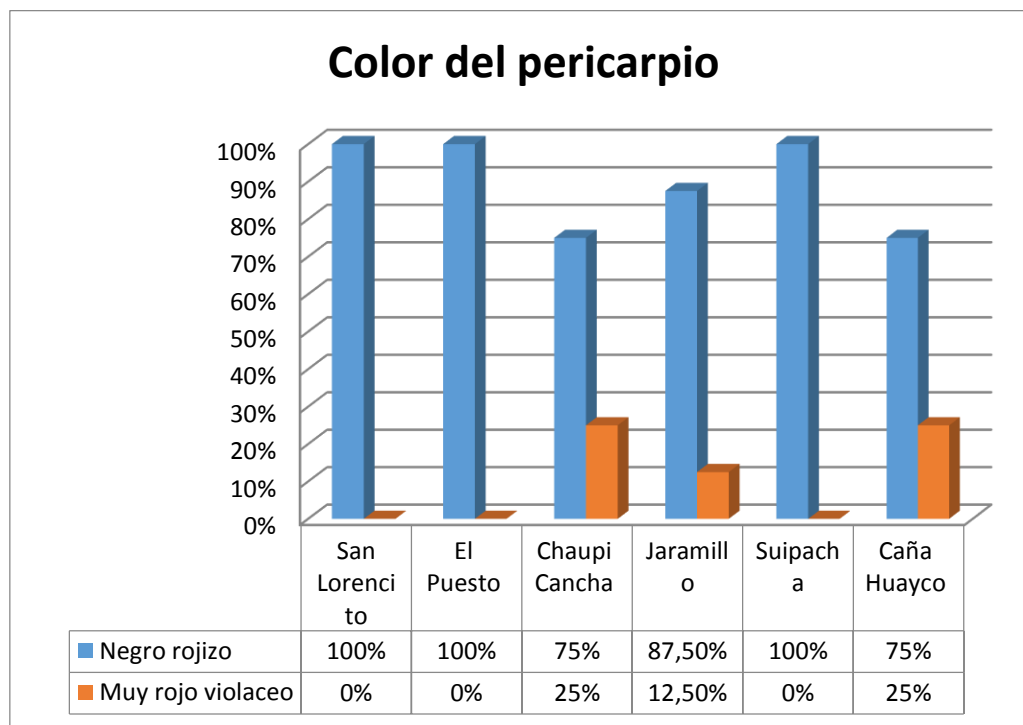
Al respecto (Solari, 1998) obtuvo resultados afirmando que la superficie del grano de maíz variedad kulli es ovoide, resultados muy diferentes a los nuestros.

Cuadro N° 21
COLOR DEL PERICARPIO DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Color del pericarpio	
	Negro rojizo	Muy rojo violáceo
San Lorencito	100%	0%
El Puesto	100%	0%
Chaupi Cancha	75%	25%
Jaramillo	87,50%	12,50%
Suipacha	100%	0%
Caña Huayco	75%	25%

Gráfico N° 7

COLOR DEL PERICARPIO

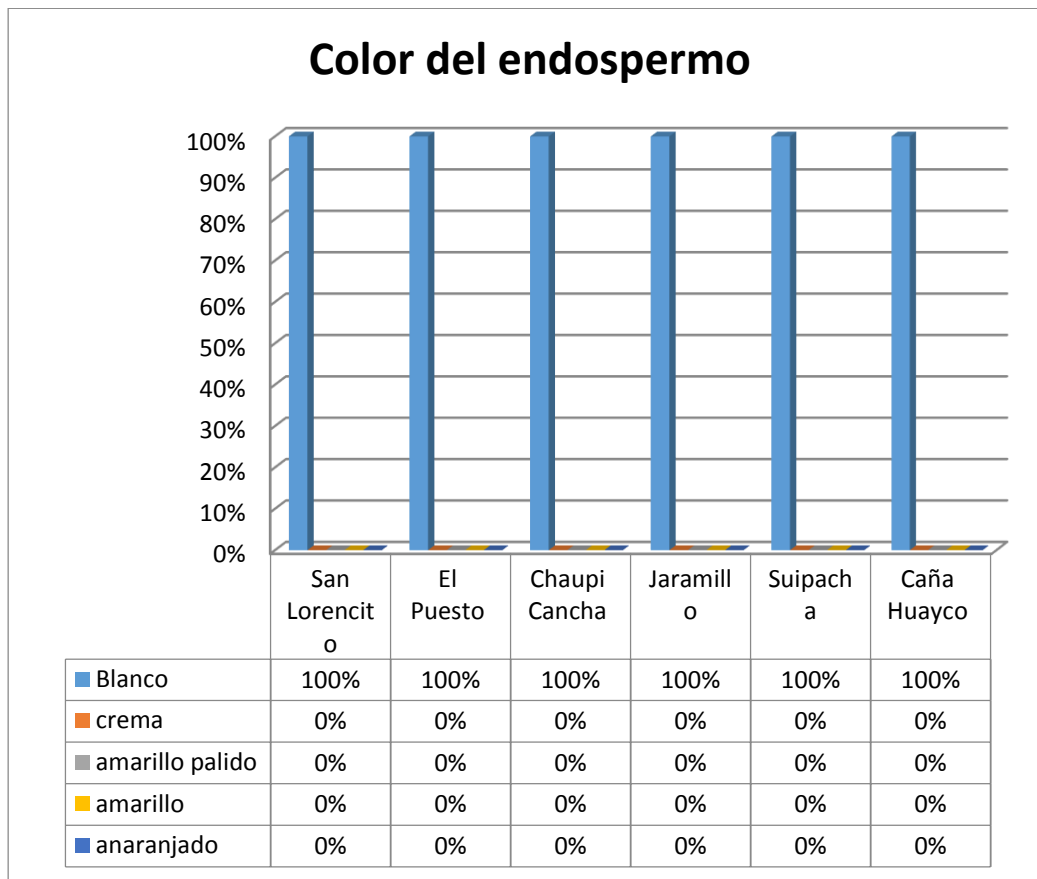


Como se puede observar este gráfico nos presenta el color del pericarpio de las seis procedencias estudiadas donde solo presentaron dos colores negro rojizo y muy rojo violáceo donde notoriamente el color que predomina es el negro rojizo siendo un color oscuro esto se debe porque presenta un gene R-Ch. Las procedencias de San Lorencito, El Puesto y Suipacha tienen un 100% el color de sus pericarpios negro rojizo, seguido por Jaramillo que tienen un 87,5% de los pericarpios de color negro rojizo y el 12,5% de los pericarpios color muy rojo violáceo. Finalmente Chaupi Cancha y Caña Huayco que cuentan con un 75% de sus pericarpios son de color negro rojizo y el 25% de color muy rojo violáceo.

Cuadro N° 22
COLOR DEL ENDOSPERMO DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Color del endospermo de maíz (var: kulli)				
	Blanco	crema	amarillo pálido	amarillo	anaranjado
San Lorencito	100%	0%	0%	0%	0%
El Puesto	100%	0%	0%	0%	0%
Chaupi Cancha	100%	0%	0%	0%	0%
Jaramillo	100%	0%	0%	0%	0%
Suipacha	100%	0%	0%	0%	0%
Caña Huayco	100%	0%	0%	0%	0%

Gráfico N° 8
COLOR DEL ENDOSPERMO DE MAÍZ (var: kulli)



Como se puede notar en el gráfico presenta el color del endospermo basándonos en los colores de acuerdo al descriptor (CIMMYT- 1991), domina por completo el endospermo color blanco en las seis procedencias con un 100%. Esto se debe a que el maíz kulli es harinoso y su endospermo está casi exclusivamente compuesto por un almidón muy blando.

3.3. CALIDAD FÍSICA DE LA SEMILLA DE MAÍZ (var: kulli)

3.3.1. CALCULO DEL PORCENTAJE DE PUREZA

Cuadro N° 23

DATOS DE PUREZA E IMPUREZAS DE ACUERDO A LA PROCEDENCIA

Procedencia	Var. De maíz	%Impurezas	%Pureza
San Lorencito	Kulli	2	98
El Puesto	Kulli	1,9	98,1
Chaupi Cancha	Kulli	0	100
Jaramillo	Kulli	0	100
Suipacha	Kulli	14,4	85,6
Caña Huayco	Kulli	1,5	98,5

Cuadro N° 24

MEDIDA DE DISPERSIÓN DEL PORCENTAJE DE PUREZA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	98	4,42	2,10	2,14%
El Puesto	98,1	2,78	1,66	1,69%
Chaupi Cancha	100	0	0	0%
Jaramillo	100	0	0	0%
Suipacha	85,6	12,26	3,50	4,08%
Caña Huayco	98,5	1,98	1,40	1,42%

Cuadro N° 25
COMPARACIÓN DE MEDIDAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO
DE PUREZA DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	% de pureza	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	98	0,1	2,14	NO
El Puesto	98,1			
San Lorencito	98	2,53	2,14	SI
Chaupi Cancha	98,5			
San Lorencito	98	2,53	2,14	SI
Jaramillo	100			
San Lorencito	98	14,58	2,14	SI
Suipacha	85,6			
San Lorencito	98	0,53	2,14	NO
Caña Huayco	98,5			
El Puesto	98,1	3,06	2,14	SI
Chaupi Cancha	100			
El Puesto	98,1	3,06	2,14	SI
Jaramillo	100			
El Puesto	98,1	8,62	2,14	SI
Suipacha	85,6			

El Puesto	98,1			
Caña Huayco	98,5	0,5	2,14	NO
Chaupi Cancha	100			
Jaramillo	100	0	2,14	NO
Chaupi Cancha	100			
Suipacha	85,6	10,90	2,14	SI
Chaupi Cancha	100			
Caña Huayco	98,5	2,88	2,14	SI
Jaramillo	100			
Suipacha	85,6	10,90	2,14	SI
Jaramillo	100			
Caña Huayco	98,5	2,88	2,14	SI
Suipacha	85,6			
Caña Huayco	98,5	9,14	2,14	SI

Los valores de calidad de la semilla en porcentaje de pureza, nos demuestra que sí tiene diferencia estadísticamente significativa en comparación entre procedencias, a excepto de:

San Lorencito y El Puesto

San Lorencito y Caña Huayco

El Puesto y Caña Huayco

Chaupi Cancha y Jaramillo

Que no tiene diferencia significativa en cuanto a la pureza.

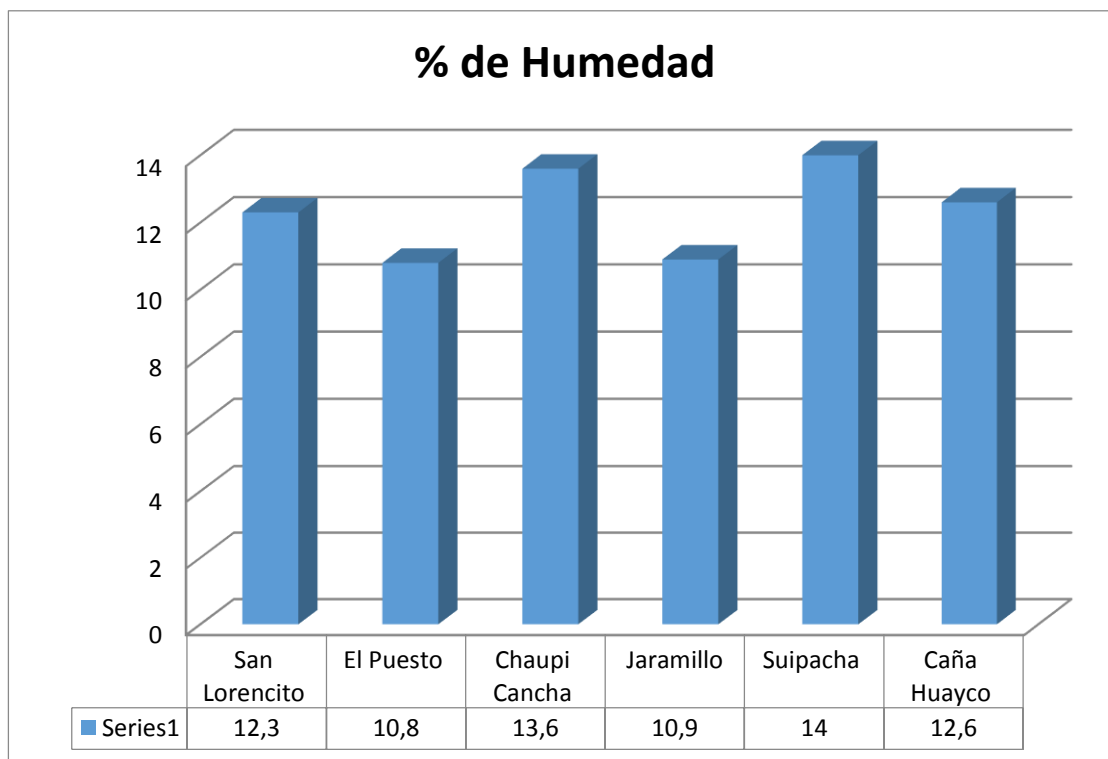
3.3.2. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE MAÍZ (var: kulli)

Cuadro N° 26

DATOS DE HUMEDAD DE ACUERDO A LA PROCEDENCIA

Procedencia	Var. De maíz	% Humedad
San Lorencito	kulli	12,3
El Puesto	kulli	10,8
Chaupi Cancha	kulli	13,6
Jaramillo	kulli	10,9
Suipacha	kulli	14
Caña Huayco	kulli	12,6

Gráfico N° 9
PORCENTAJE DE HUMEDAD DE MAÍZ (var: kulli)



El presente cuadro indica el % de humedad que oscila entre 10,9% y 13,4% notando de esta manera que ninguna variedad de las que se está estudiando en el presente documento excede el % adecuado para no poder ser considerada de calidad. La procedencia que presenta el valor más bajo de humedad es El Puesto con 10,9% que puede atribuirse que la semilla ha sido almacenada por más tiempo recalando que cuando se realizó la colecta de las mazorcas ya se encontraban en un depósito.

Se debe aclarar que el porcentaje de humedad en semilla de maíz no debe excederse el 14% esto según las reglas ISTA, ya que sobrepasando este porcentaje el material no puede ser considerado de calidad y correría ciertos riesgos para su almacenamiento.

En los datos de humedad obtenidos en laboratorio todas las muestras están dentro del rango es decir ninguna procedencia excede el 14% de humedad.

3.3.3. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE MAÍZ (var: kulli)

Cuadro N° 27

DATOS DE GERMINACIÓN OBTENIDOS EN LABORATORIO DE ACUERDO A LA PROCEDENCIA

Procedencia	Var. De maíz	% Germinación	% Anormales	% Frescas	% duras	% Muertas	Total
San Lorencito	kulli	91	3	0	0	6	100
El Puesto	kulli	92	1	0	0	7	100
Chaupi Cancha	kulli	98	0	0	0	2	100
Jaramillo	Kulli	95	1	0	0	4	100
Suipacha	Kulli	80	3	0	0	17	100
Caña Huayco	Kulli	67	12	0	0	21	100

Cuadro N° 28
MEDIDA DE DISPERSIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE
MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	91	8,35	2,88	3,16
El Puesto	92	8,5	2,91	3,16%
Chaupi Cancha	98	2,21	1,48	1,51%
Jaramillo	95	6,12	2,47	2,26%
Suipacha	80	10,12	3,18	3,97%
Caña Huayco	67	26,64	5,16	7,70%

Cuadro N° 29
COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO DE
PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	% de germinación	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	91	0,65	2,14	NO
El Puesto	92			
San Lorencito	91	5,78	2,14	SI
Chaupi Cancha	98			
San Lorencito	91	2,81	2,14	SI
Jaramillo	95			

San Lorencito	91			
Suipacha	80	6,8	2,14	SI
San Lorencito	91			
Caña Huayco	67	10,81	2,14	SI
El Puesto	92			
Chaupi Cancha	98	4,91	2,14	SI
El Puesto	92			
Jaramillo	95	2,09	2,14	NO
El Puesto	92			
Suipacha	80	7,40	2,14	SI
El Puesto	92			
Caña Huayco	67	11,21	2,14	SI
Chaupi Cancha	98			
Jaramillo	95	2,77	2,14	SI
Chaupi Cancha	98			
Suipacha	80	13,63	2,14	SI

Chaupi Cancha	98	15,34	2,14	SI
Caña Huayco	67			
Jaramillo	95	9,93	2,14	SI
Suipacha	80			
Jaramillo	95	12,96	2,14	SI
Caña Huayco	67			
Suipacha	80	5,70	2,14	SI
Caña Huayco	67			

Los valores de calidad de la semilla en porcentaje de germinación, nos demuestra que sí tiene diferencia estadísticamente significativa en comparación entre procedencias, a excepto de:

San Lorencito y El Puesto

El Puesto y Jaramillo

Que no tiene diferencia significativa en cuanto a la variable.

3.3.4. PESO DE MIL SEMILLAS DE MAÍZ (var: kulli)

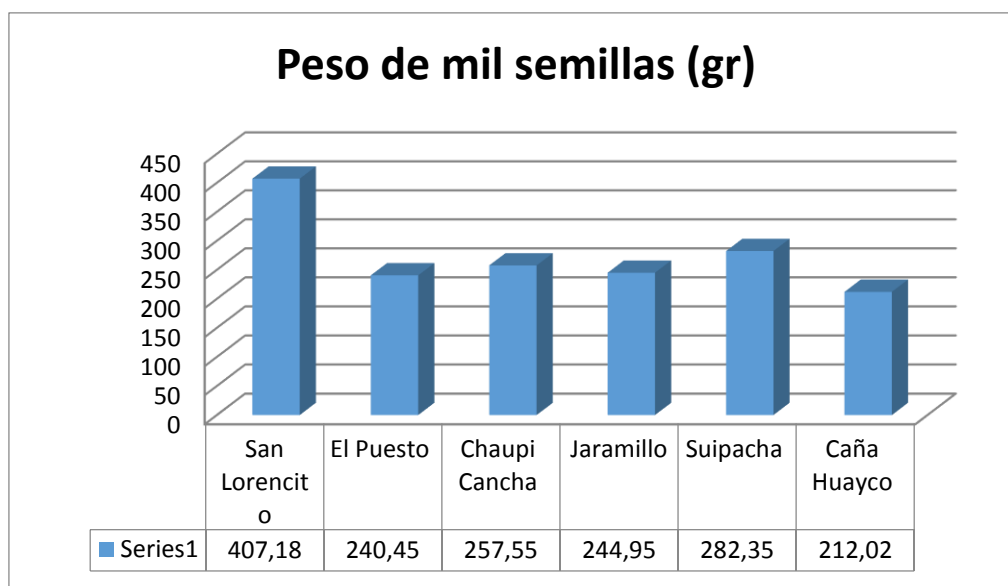
Cuadro N° 30

PESO DE MIL SEMILLAS DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencia	Var. De maíz	Peso de Mil Semillas (gr)
San Lorencito	Kulli	407,18
El Puesto	Kulli	240,45
Chaupi Cancha	Kulli	257,55
Jaramillo	Kulli	244,95
Suipacha	Kulli	282,35
Caña Huayco	Kulli	212,02

Gráfico N° 10

PESO DE MIL SEMILLAS DE MAÍZ (var: kulli)



Como se puede observar en el gráfico, el peso de 1000 semillas de maíz de las procedencias que se estudió oscila entre los 212,02 gr y 407,18gr siendo las procedencias de San Lorencito, Suipacha, y Chaupi Cancha las que contienen mayores pesos encabezando la lista por San Lorencito con 407,18 gr que hay una notable diferencia con las demás procedencias, seguida por Suipacha con 282,35 gr, en tercer lugar tenemos a la procedencia de Chaupi Cancha con 257,55 gr, a continuación de estas tenemos las demás procedencias con pesos más inferiores como son 244,95, 240,45 y 212,02 gr, demostrando de esta manera que estas últimas procedencias son un tanto más pequeñas y livianas.

3.3.5. VALOR CULTURAL DE MAÍZ (var: kulli).

Cuadro N° 31

DATOS DEL VALOR CULTURAL DE ACUERDO A LA PROCEDENCIA

Procedencia	Var. De maíz	Valor cultural
San Lorencito	Kulli	89,18
El Puesto	Kulli	90,25
Chaupi Cancha	kulli	98
Jaramillo	kulli	95
Suipacha	kulli	68,48
Caña Huayco	kulli	66

Cuadro N° 32

MEDIDA DE DISPERSIÓN DEL VALOR CULTURAL DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	\bar{X}	S^2	S	CV%
San Lorencito	89,18	19,04	4,36	4,9%
El Puesto	90,25	10,48	3,23	3,6%
Chaupi Cancha	98	2,21	1,48	1,5%
Jaramillo	95	6,12	2,47	2,6%
Suipacha	68,48	11,99	3,46	5,05%
Caña Huayco	66	21,83	4,67	7,07%

Cuadro N° 33

COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE PROCEDENCIAS, EN ESTUDIO
DEL VALOR CULTURAL DE MAÍZ (var: kulli)

Procedencias	Valor cultural	tc	tT	Significancia al 95%
San Lorencito	89,18	0,52	2,14	NO
El Puesto	90,25			
San Lorencito	89,18	5,12	2,14	SI
Chaupi Cancha	98			
San Lorencito	89,18	3,09	2,14	SI
Jaramillo	95			

San Lorencito	89,18			
Suipacha	68,48	9,90	2,14	SI
San Lorencito	89,18			
Caña Huayco	66	9,65	2,14	SI
El Puesto	90,25			
Chaupi Cancha	98	5,82	2,14	SI
El Puesto	90,25			
Jaramillo	95	3,10	2,14	SI
El Puesto	90,25			
Suipacha	68,48	12,2	2,14	SI
El Puesto	90,25			
Caña Huayco	66	11,33	2,14	SI
Chaupi Cancha	98			
Jaramillo	95	2,77	2,14	SI
Chaupi Cancha	98			
Suipacha	68,48	20,93	2,14	SI

Chaupi Cancha	98	17,39	2,14	SI
Caña Huayco	66			
Jaramillo	95	16,67	2,14	SI
Suipacha	68,48			
Jaramillo	95	14,5	2,14	SI
Caña Huayco	66			
Suipacha	68,48	1,13	2,14	NO
Caña Huayco	66			

Los valores de calidad de la semilla en valor cultural, nos demuestra, que sí tiene diferencia estadísticamente significativa en comparación entre procedencias, a excepto de:

San Lorencito y El Puesto

Suipacha y Caña Huayco

Que no presentan diferencia significativa en cuanto a la variable.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.

En respuesta a los objetivos planteados en la investigación y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los datos registrados, en la caracterización de la mazorca (longitud, N° de hileras y peso), el 35,5% del total de las comparaciones entre procedencias no tiene diferencia estadísticamente significativa y el 64,44% sí tiene diferencia significativa entre procedencias (San Lorencito, El Puesto, Chaupi Cancha, Jaramillo, Suipacha y Caña Huayco). Las mayores medidas presenta, San Lorencito en longitud 12cm y peso 127,4 gr y para Chaupi Cancha en N° de hileras 12 y las menores medidas presenta Caña Huayco longitud 7,8cm, un peso de 37,1 gr y N° de hileras 11,8.
- Los valores de la caracterización del grano (longitud), demuestran que el 20% del total de sus comparaciones entre procedencias, no tiene diferencia estadísticamente significativa y el 80% sí presenta diferencia estadísticamente significativa entre procedencias (San Lorencito, El Puesto, Chaupi Cancha, Jaramillo, Suipacha y Caña Huayco). La mayor medida presenta, San Lorencito longitud del grano 12,4mm y la menor medida presenta Caña Huayco longitud del grano 9,6mm.
- De acuerdo a los datos de la calidad física de la semilla, en porcentaje de pureza, nos demuestra que el 26,6% del total de comparaciones entre procedencias no tiene diferencia estadísticamente significativa con un porcentaje de pureza que tiene un rango que va del 98% al 100% y el 73,3% sí presenta diferencia estadísticamente significativa que tiene un rango que va del 85,6% al 100% de pureza. El porcentaje de pureza más alto tiene Chaupi Cancha y Jaramillo con 100% y el más bajo Suipacha con 85,6%.

- En cuanto al porcentaje de humedad podemos observar que el mayor % es de Chaupi Cancha presenta un 13,4% de humedad siendo la más representativa en este valor y la procedencia de El Puesto presenta el valor más bajo con un 10,9% de humedad; estos valores cumplen con el rango del % permitido para una mejor conservación del germoplasma por un periodo más largo.
- Los datos de la calidad física de la semilla, en porcentaje de germinación, nos demuestra que el 13,3% del total de las comparaciones entre procedencias, en San Lorencito, EL Puesto y Jaramillo no tiene diferencia estadísticamente significativa con un porcentaje de germinación que va que va del 91% al 95% y el 86,6% sí presenta diferencia estadísticamente significativa con un porcentaje de germinación que va del 67% al 98% comparando entre procedencias. El porcentaje más alto es de Chaupi Cancha con 98% y el más bajo de Caña Huayco con 67%.
- En cuanto al peso de mil semillas podemos observar que la procedencia de San Lorencito obtiene el peso más alto con un dato de 407,18gr y la procedencia de Caña Huayco registra un peso de 212,02 gr este siendo el más bajo.
- El valor cultural, comparado entre procedencias nos demuestra que el 13,3%, no tiene deferencia estadísticamente significativa con un valor cultural que va del 89,18% al 90,25% y el 86,6% si tiene diferencia estadísticamente significativa con un valor cultural que va del 66% al 98%, entre procedencias. El valor cultural más alto es de Chaupi Cancha con 98% y el más bajo de Caña Huayco con 66%.
- En el estudio realizado a las colectas de las seis procedencias se llegó a la conclusión que sí existe diferencia significativa en las variables estudiadas, así rechazando la hipótesis nula y que las mejores procedencias en características cuantitativas, cualitativas y calidad física de la semilla son San Lorencito y Chaupi Cancha.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar germoplasma de maíz var: kulli de las procedencias Chaupi Cancha y San Lorencito porque cuentan con buenas características cualitativas, cuantitativas y con un % alto en pureza y germinación.
- Se recomienda a los agricultores realizar autopolinización en las semillas procedentes de San Lorencito y Chaupi Chancha para su posterior registro varietal en el INIAF Tarija, para su respectiva certificación.
- Se recomienda asesoramiento técnico de conservación, de la semilla (var: kulli) para disponer y ampliar la frontera agrícola por la importancia del cultivo.