

## CAPÍTULO I

### 1.1.- INTRODUCCIÓN

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

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

Según Claure (2015), en Bolivia se cultivaron cerca de 400.000 hectáreas de maíz logrando un rendimiento promedio de 3 toneladas (65 qq), y una producción de 1,2 millones de toneladas, que cubre la demanda interna de 900.000 toneladas, quedando un excedente de 300.000 toneladas, que podrían ser exportados a través de gestiones del Gobierno a países de vecinos como el Perú y Chile.; sin embargo, estos volúmenes de producción están en función de las condiciones climáticas principalmente las precipitaciones, caso del 2016 donde tuvo que importarse maíz del país vecino de la Argentina.

En el departamento de Tarija se cultivan aproximadamente 77.000 ha de maíz (20%) con un rendimiento promedio de 3.25 ton/ha, siendo la producción total de aproximadamente 250.250 ton, localizándose en tres zonas bien diferenciadas. La zona

del Valle Central con una superficie aproximada de 22.000 has, la región Sub Andina (provincia O'CONNOR) con 25.000 has aproximadamente y por último la región del Chaco con el 50% de la producción departamental con un aproximado de 30.000 has.

Si bien, normalmente el maíz se cultiva para producción de grano cuya rentabilidad depende de los rendimientos que se obtienen, sin embargo, también el cultivo de maíz para choclo, presenta posibilidades de obtener cosechas tempranas con variedades precoces, resultando un gran beneficio económico para el agricultor, particularmente de aquéllos que están asentados en las áreas vecinas a los grandes centros de consumo.

El maíz en su estado lechoso (choclo), es considerado una hortaliza cuya mazorca de granos inmaduros de azúcar principalmente sacarosa, es muy consumida por la población, particularmente en el departamento de Tarija cuyo consumo llega inclusive a superar el consumo en estado de grano.

Hasta hace unos años, no existía diferencia entre variedades para grano o para choclo, de ahí que eran las mismas variedades que se cultivaban y sólo una parte se cosechaban al estado lechoso para comercializarlo como choclo y el resto quedaba a completar su estado de madurez fisiológica para ser cosechado como grano maduro.

Al crecer la población, también aumento la demanda por choclo surgiendo la necesidad de introducir nuevas variedades chocleras específicamente.

Actualmente, entre las variedades más utilizadas para producción de choclo en el Valle Central de Tarija, son las de tipo amiláceo dentado como ser: la variedad IBTA ERQUIS I y la variedad Pisankalla, variedades con amplias cualidades organolépticas; sin embargo, la producción no llega a cubrir completamente la demanda de la población consumidora., por lo que se hace necesario buscar nuevas variedades que sean más productivas para ampliar la oferta y satisfacer dicha demanda.

La comunidad de Tolomosa norte por su clima, suelo y por su cuenca del Río Tolomosa, es apta para el cultivo de maíz especialmente para choclo, razón por la cual se ha visto por conveniente realizar el presente trabajo en esta comunidad.

## **1.2.- JUSTIFICACIÓN**

En el departamento de Tarija existen diversas variedades de maíz, que tienen sus cualidades culinarias y nutricionales muy aptas para el consumo humano y que son apetecibles por los consumidores, sin embargo, muy pocas son destinadas de manera exclusiva a la producción en choclo.

Con el presente trabajo se pretende probar el comportamiento agronómico de 4 nuevas variedades introducidas de maíz para choclo, y la variedad IBTA ERQUIS I, con diferentes densidades de siembra en las condiciones de clima y suelos de la comunidad de Tolomosa Norte, esto con la finalidad de seleccionar las variedades de mejor comportamiento y mayor producción para introducirlas a nuestro mercado posibilitando así contar con una mayor diversidad de variedades de maíz para choclo para el consumidor, en este caso la variedad Pairumani Aychazara 101 proveniente y liberado por la Fundación Pairumani del Departamento de Cochabamba, Variedad Algarrobal 108 liberado y proveniente del Centro Experimental Algarrobal provincia Gran Chaco de Tarija, las variedades INIAF CHOLCERO BLANCO e INIAF CHOCLERO AMARILLO producidos en el Gran Chaco y liberados por el INIAF, y la variedad IBTA ERQUIS I producida en la estación experimental de Erquis y liberada por el IBTA.

## **1.3.- OBJETIVOS**

### **1.3.1.- OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento agronómico y la rentabilidad económica de cinco variedades de maíz para choclo, con tres densidades de siembra en las condiciones de clima y suelo de la comunidad de Tolomosa Norte.

### **1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Establecer la variedad que demuestre un mejor comportamiento agronómico.
- Determinar la densidad de siembra más óptima para producción en choclo.
- Establecer la rentabilidad económica de cada una de las variedades ensayadas con base al rendimiento.

#### **1.4.- HIPÓTESIS**

##### **Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):**

El comportamiento agronómico de las cinco variedades no es influenciada por la densidad de siembra.

##### **Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>):**

El comportamiento agronómico de las cinco variedades es influenciada por la densidad de siembra.

Con las variedades de maíz para choclo en estudio se obtendrá mayores rendimientos que los obtenidos con la variedad IBTA ERQUIS I (Chaparrita).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.- MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA

##### 2.1- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

- **Reino:** Plantae
- **Phillum:** Telemophytae
- **División:** Tracheophytae
- **Subdivisión:** Angiospermas
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Subfamilia:** Panicoideae
- **Tribu:** Maideae
- **Género:** Zea
- **Especie:** Zea mays

(Fuente Herbario Universitario de la materia Botánica sistemática 2014)

##### 2.2.- FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO

El conocimiento de la morfología y fisiología del maíz permite explicar que es necesario suministrar prácticas agronómicas eficientes con la finalidad de lograr una expresión satisfactoria del potencial productivo del material en experimentación.

(Alfredo Cirilo 2013)

Fisiología del maíz, Alfredo Cirilo en Expo Sursem 2013 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA

##### 2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El maíz consta de una raíz principal y varias muy ramificadas llamadas primarias o seminales, que perduran, por lo general, toda la vida. En cuanto a las secundarias se

distinguen dos clases: unas verticales y otras laterales. Además del tercer o cuarto nudo basal nacen raíces adventicias, gruesas y poderosas, denominadas raíces aéreas, las cuales cumplen la finalidad de dar a la planta mayor fijeza en el suelo. (uc.cl s/f)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.1.- Radícula y raíces seminales**

El inicio del crecimiento, 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. (uc.cl 2017)

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)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.2.- Raíz 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.

Al estado de seis hojas el sistema de raíces principales se encuentra bien establecido, en tanto que con plantas de 8 a 10 hojas, y en un suelo sin limitaciones, las raíces deberán alcanzar una profundidad promedio de 45 cm y tener una extensión a lo ancho de aproximadamente 35 cm. 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. Este sistema de raíces, en condiciones

óptimas, puede alcanzar una profundidad de hasta 2 m. Por el contrario, suelos compactados o de mal drenaje, determinan un crecimiento de raíces cada vez más horizontal y menos profundizador, afectándose el crecimiento de éstas y con ello el crecimiento de la planta. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.3- 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)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.4- Coleoptilo**

El coleoptilo, que es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo. En el momento en que el ápice del coleoptilo recibe estímulos lumínicos, aún bajo la superficie del suelo, reanuda su crecimiento, elongando y produciendo la emergencia de las plántulas. Su carácter consistente y extremo aguzado, lo convierten en una estructura especializada para lograr la emergencia. Inmediatamente a continuación de que el coleoptilo aparece sobre el suelo, da paso a la hoja cotiledonar y a la primera hoja verdadera en rápida sucesión. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.5- Mesocotilo**

El mesocotilo, que es una estructura tubular, de color blanco y semejante a un tallo, aparece inmediatamente a continuación del coleoptilo, una vez que éste rompe la cubierta seminal. La elongación del mesocotilo, a partir de la semilla, permite dejar a la plántula a una distancia de 1,0 a 2,5 cm de la superficie del suelo. En el extremo del

mesocotilo se desarrolla un subnudo, en el cual se ubica el punto de crecimiento; a partir de este subnudo se produce la elongación definitiva del coleoptilo. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.6.- Tallo**

El tallo puede alcanzar hasta los 5 metros de altura (lo normal son de 2 2,50 metros). Muy robusta, su tallo es nudoso, macizo y vertical, lleva de 15 a 30 hojas, desde el entrenudo inferior pueden nacer tallos secundarios, que no suelen dar espigas, pero en caso de darlas abortan.

El tallo está formado por entrenudos separados por nudos más o menos distantes. Cerca del suelo, los entrenudos son cortos y de los nudos nacen raíces aéreas.

El grosor del tallo disminuye de abajo arriba. Su sección es circular, pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que va haciéndose más profunda conforme se aleja del suelo. Desde el punto en que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta.

El tallo del maíz está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

**2.3.6.1.- Epidermis:** capa impermeable y transparente que protege al tallo contra el ataque de insectos y enfermedades.

**2.3.6.2.- Pared:** capa leñosa, dura y maciza que corresponde a un conjunto de haces vasculares por donde circulan las sustancias alimenticias.

**2.3.6.3.- Médula:** tejido blando de carácter esponjoso que llena la parte central del tallo; en ella se almacenan las reservas alimenticias.

La porción del tallo comprendida entre el nivel del suelo y la inserción de la mazorca apical o principal, presenta alternadamente un área deprimida a lo largo de cada uno de

los internudos; dicha área corresponde a la sección del tallo en que se desarrollan los distintos brotes de mazorca. A partir del nudo que se ubica sobre la inserción de la mazorca apical, el tallo es totalmente cilíndrico. (uc.cl 2017)

Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad del cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos. (uc.cl 2017)

El tallo en maíz, además de un soporte conductor, un reservorio dinámico de carbohidratos. Los cuales se ven afectados por diferentes condiciones como la etapa de desarrollo, remoción de órganos fuente y sumidero, estrés por sequía, época de siembra y por el genotipo. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.7.- Hojas**

Las hojas van de 15 a 30 son largas, abrazadoras (4 a 10 cm de anchas por 35 a 50 cm de longitud), son de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervia, de borde áspero, finalmente ciliado y algo ondulado. (Llanos 1984) Se encuentran abrazadas al tallo por el haz presentan vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Una vez desplegada la hoja cotiledonar, asoma, desplegándose rápidamente, la primera hoja verdadera. El desarrollo de las siguientes hojas verdaderas y hasta que la planta completa un total de cuatro, tiene su origen en nudos subterráneos. La hoja cotiledonar, junto a las primeras cuatro hojas verdaderas, corresponden a hojas embrionarias que nacen en los submundos tres, cuatro, cinco, seis y siete, respectivamente.

El segundo subnudo corresponde al punto de unión del mesocotilo con el coleoptilo, y el primero, a la unión del escutelo con el embrión. Entre los subnudos dos y seis no alcanzan a apreciarse los internudos; el primer internudo, que corresponde al mesocotilo, puede medir entre 1 y 6 cm; el último internudo, en tanto, que se ubica entre los subnudos seis y siete, presenta una elongación de aproximadamente 1 cm.

La planta, hasta el estado de cuatro hojas verdaderas, carece prácticamente de tallo, ya que el punto de crecimiento recién alcanza el nivel del suelo durante el estado de quinta hoja; en ese momento es posible ver al microscopio la iniciación de la panoja en el

ápice del tallo. La iniciación de las inflorescencias femeninas, en tanto, se verifica al estado de tercera a cuarta hoja. Las hojas que se desarrollan bajo la mazorca apical contribuyen en mayor proporción al crecimiento de la planta; las hojas que tienen una posición por sobre ésta, en cambio, tienen una mayor importancia en el crecimiento de los granos. (uc.cl 2017)

Al estado de 10 hojas la planta ha desarrollado siete a ocho brotes de mazorca, los cuales pueden visualizarse al desprender las hojas con sus respectivas vainas. Las hojas que crecen sobre la mazorca apical tienen en promedio un mayor tamaño y se desarrollan mucho más rápido que las hojas inferiores. Al estado de 12 a 14 hojas, las plantas ya han fijado el número potencial de granos en cada mazorca y han perdido, a lo menos, la hoja cotiledonar y la primera hoja verdadera. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

Las hojas están compuestas por las siguientes estructuras:

**2.3.7.1.- Vaina:** Se origina a partir de un nudo del tallo, envolviendo prácticamente al internudo superior.

**2.3.7.2.- Lámina:** Se origina a partir de la vaina, comprendiendo la vena central, un conjunto de venas paralelas a ésta y el tejido intracelular.

**2.3.7.3.- Lígula:** Corresponde a una lengüeta membranosa y transparente; se sitúa en la parte terminal de la vaina, justamente en el punto en que comienza a desarrollarse la lámina. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.8.- INFLORESCENCIA.**

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

#### **2.3.8.1.- Inflorescencia masculina.**

La inflorescencia masculina o panoja, normalmente se hace visible entre las últimas hojas de la planta, 7 a 10 días antes de que aparezcan los estilos de la inflorescencia femenina.

Generalmente, 2 a 3 días antes de comenzar la liberación del polen, se elongan los internodos de la parte alta del tallo impulsando a la panoja, la cual queda completamente desplegada; la planta, en ese momento, alcanza su altura definitiva.

Generalmente, 2 a 3 días antes de comenzar la liberación del polen, se elongan los internodos de la parte alta del tallo impulsando a la panoja, la cual queda completamente desplegada; la planta, en ese momento, alcanza su altura definitiva.

La panoja está compuesta por un eje central, que corresponde a una prolongación del tallo de la planta; en los dos tercios superiores de dicho eje se desarrolla una espiga, bajo la cual se originan varias ramas finas de aspecto plumoso que corresponden a espigas laterales. Tanto en la espiga central, como en las laterales, se originan espiguillas; éstas siempre se producen de a pares, siendo una pedicelada y la otra sésil. Cada espiguilla, a su vez, produce dos flores, las que presentan tres estambres largamente filamentosos y un pistilo; este último normalmente degenera, permitiendo que las flores sean funcionalmente masculinas. Rodeando las dos flores contenidas en cada espiguilla se presentan dos glumas; al interior de ellas, cada flor se presenta encerrada entre dos estructuras: La lemma o glumela inferior, ubicada en forma adyacente a una de las glumas, y la pálea o glumela superior, que se sitúa entre las dos flores. La estructura que comprende la lemma, la pálea y la flor se denomina antecio, existiendo dos antecios en cada espiguilla. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.8.2.- Inflorescencia femenina.**

La inflorescencia femenina corresponde a una espiga; su eje, que es grueso y de forma cilíndrica, se conoce con el nombre de "Coronta". La espiga, por su parte, se presenta cubierta por brácteas u hojas envolventes denominadas comúnmente "Chalas". La espiga, conjuntamente con las brácteas, conforma la mazorca.

Cada planta produce entre siete y ocho brotes de mazorca, pero generalmente uno, el apical, llega a expresarse en forma productiva; sólo en condiciones de mayor luminosidad, como las que se producen en bordes de potreros o en cultivos de baja densidad, las plantas pueden expresar una segunda mazorca productiva. Las restantes

mazorcas no se manifiestan externamente en la planta, alcanzando sólo un estado rudimentario.

Las brácteas de las mazorcas improductivas, si bien logran una elongación relativamente importante, no alcanzan a sobrepasar la vaina de la hoja que las cubre. La mazorca apical determina su número de óvulos 15 a 20 días antes de la emisión de estilos, presentando en ese momento entre 1 y 2 cm de longitud. La cantidad de óvulos de la mazorca apical puede variar entre 500 y 1000; éstos se presentan alineados en 16 a 20 hileras de 30 a 50 óvulos cada una. La inflorescencia femenina está conformada por espiguillas, las cuales se ubican en forma individual en cada una de las cavidades de la coronta; cada espiguilla, a su vez, contiene dos flores, de las cuales sólo una logra emitir su estilo; la otra flor aborta, originándose, por lo tanto, sólo un grano por cavidad. Cada flor funcional tiene un ovario simple, el cual genera un estilo que se elonga y emerge a través de las brácteas en el extremo superior de la mazorca. Los estilos originados por cada flor femenina, conforman una característica cabellera en cada mazorca. (uc.cl 2017)

([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz.htm))

### **2.3.9.- fruto**

El fruto es un cariósido comúnmente llamado semilla o grano que depende de la variedad éstos tienen diferente color, de forma, tamaño, a cuya única semilla está adherido el pericarpio, formado por la cubierta o el pericarpio (6% del peso del grano) el endospermo (80%) y el embrión o germen y semilla (11%). El grano de maíz tiene alto contenido de almidón, en promedio (90%), y bajo contenido de proteínas (7%).

La mazorca o fruto, está formada por una parte central llamada zuro o marlo, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representa del 15 al 30% del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas puede suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o de otras plantas, el fruto y la semilla forma un sólo cuerpo que tiene la forma de una cariósido brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos y dentro del fruto que es el ovario maduro se encuentran las semillas

(óvulos fecundados y maduros), la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen. (Monar, A. y Agualongo, M. 2003).

#### **2.3.9.1.- Pericarpio**

La función de esta delgada membrana, es la de proteger a la semilla, tanto antes como después de la siembra, limitando o impidiendo la entrada de agentes exteriores. El pericarpio, es de difícil digestión y escaso valor nutritivo por estar constituido principalmente por celulosa y hemicelulosa. Si el pericarpio resulta dañado probablemente la germinación se torne más lenta; pues, los patógenos (hongos y bacterias) pueden utilizar las reservas de la semilla, antes del afianzamiento de la plántula. El pericarpio es la pared del ovario desarrollado y maduro, es un conjunto de capas que forman la cubierta del fruto envolviendo la semilla, como transformación de la hoja carpelar o monocotiledonar. (Araoz, M., 2006).

En el maíz, el pericarpio, se presenta como una delgada folicula y por lo mismo, no se puede diferenciar en Epicarpio, Mesocarpio y Endocarpio; constituyendo así una sola estructura. (Araoz, M., 2006).

#### **2.3.9.2.- Endosperma**

Es la principal reserva energética del grano, está compuesto por un 90% de almidón y un 7% de proteínas, con pequeñas cantidades de aceite, minerales, y otros componentes químicos. La función principal del endospermo, consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien afianzadas y sus hojas puedan elaborar sustancias energéticas (carbohidratos) para satisfacer los requerimientos de la vida y el crecimiento. La función del núcleo secundario con uno de los gametos se forma la célula madre del endospermo, que resulta triploide. El endosperma va a constituir un tejido que acumulara sustancias de reserva; que el embrión utilizara durante la germinación de la semilla. (Araoz, M., 2006).

Las sustancias que acumula el endosperma suele ser muy variadas; almidón, proteínas (aleurona), hemicelulosa, etc. En muchas plantas el endosperma persiste hasta la

maduración de la semilla, en tanto que en otras es reabsorbido por el embrión en crecimiento. (Araoz, M., 2006).

### **2.3.9.3.- Embrión**

El embrión del grano está formado por dos partes principales: El eje embrionario o planta nueva, y el escutelo, que constituye una gran reserva de alimentos para la plántula en crecimiento. En el grano maduro, el eje embrionario es una plúmula (parte foliar), esbozo embrionario de cinco a seis hojas y una radícula o porción semejante a una raíz en miniatura. También sustenta que en el embrión está preformada la estructura de la planta maíz en miniatura: Las primeras cinco hojas verdaderas, un tejido que se llama coleoptilo que el “cartucho” que protege a las hojas hasta que logran emerger de la tierra, y las primeras raíces seminales. El embrión o planta tierna del maíz está incrustado cerca de una cara del endosperma en la base del grano o Cariopse. (Araoz, M., 2006).

## **2.4.- LA SEMILLA DE MAÍZ.**

La semilla de maíz es cariósida; conformada por una capa externa que corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endosperma y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleoriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón. (Claure, 1996)

### **2.4.1.- Definición de semilla.**

Se puede definir a la semilla desde dos puntos de vista el botánico y el de la legislación de semillas.

Desde el punto de vista botánico: La semilla es un óvulo fecundado y maduro constituido básicamente de tres partes, embrión, endospermo (tejido de reserva) y testa o cubierta seminal (Milán, 1971).

Desde el punto de vista de la legislación: la semilla es toda estructura botánica de origen sexual o asexual destinada a la propagación de la especie (Mejía, 2001).

## **2.5.- FASES FENOLÓGICAS**

Los cambios morfológicos externos e internos que presenta el cultivo durante su crecimiento y desarrollo se dividen en dos etapas: Vegetativa y Reproductiva.

### **2.5.1.- Fase vegetativa (V)**

Contempla la germinación de la semilla, emergencia del cultivo (VE:) y desarrollo de las hojas del mismo. Cada hoja que se desarrolla marca una etapa dentro de la fase vegetativa. V1, es una hoja, V2, dos hojas y así sucesivamente, hasta V16 o V18 generalmente. Es importante el desarrollo de hojas, ya que de la axila de cada una de ellas podría nacer una, futura espiga (flor femenina). Además el maíz elonga su tallo durante esta fase. Cuando se produce la aparición de la panoja (flor masculina) en el ápice del tallo, estadio denominado VT, el maíz pasa a su fase reproductiva.

(<http://materias.fi.uba.ar/7031/MAIZ.pdf>)

### **2.5.2.- Fase reproductiva (R)**

El maíz desarrolla las estructuras reproductivas o flores. En este cultivo, a diferencia del trigo, flores femeninas y masculinas se encuentran separadas: las flores femeninas se encuentran en las espigas que nacen desde la axila de las hojas, y, las masculinas en la panoja localizada en el extremo superior del tallo. Las flores masculinas generalmente maduran más tempranamente que las femeninas. Es decir, cuando comienza la liberación del polen desde la panoja, las espigas todavía no están maduras. Pero este desfase, que es de pocos días, no impide la fecundación de las flores femeninas contenidas en la espiga, ya que también existe un desfase de polinización entre las plantas del cultivo. Se denomina R1 al estadio de flores femeninas en floración, preparadas para ser fecundadas por el polen. La planta, que hasta el momento utilizaba todos sus nutrientes para el desarrollo de hojas, desvía sus recursos para el desarrollo de los órganos reproductivos, donde como producto de la floración y fecundación se producirán los granos. La cantidad de espigas por planta, hileras de granos por espiga, y granos por hilera, queda definidos en esta etapa. Todos estos elementos tendrán una influencia fundamental en el rendimiento del cultivo.

(<http://materias.fi.uba.ar/7031/MAIZ.pdf>)

## 2.6.- CICLO VEGETATIVO DEL MAÍZ

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

El ciclo vegetativo comprende las siguientes fases:

**2.6.1.- Nacencia:** comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días. (AbcAgro s/f)

(<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#CICLO%20VEGETATIVO%20DEL%20MA%C3%8DZ>)

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

(<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#CICLO%20VEGETATIVO%20DEL%20MA%C3%8DZ>)

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

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

(<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#CICLO%20VEGETATIVO%20DEL%20MA%C3%8DZ>)

**2.6.4.- Fructificación:** con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño. (AbcAgro s/f)

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

(<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#CICLO%20VEGETATIVO%20DEL%20MA%3%8DZ>)

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

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

(<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#CICLO%20VEGETATIVO%20DEL%20MA%3%8DZ>)

## **2.7.- DESARROLLO VEGETATIVO**

Una vez afianzada, la planta de maíz inicia la formación del sistema radicular y la estructura foliar, que utilizará para producir la inflorescencia y el grano. La fase de crecimiento se caracteriza por el alargamiento de los entrenudos, la emisión de hojas y la formación de la gran masa de raíces adventicias. Todas las hojas de la planta se forman durante las primeras cuatro o cinco semanas de su crecimiento y el alargamiento de la caña resulta muy rápido. Las hojas nuevas se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo. (Araoz, M., 2006).

El sistema radicular se desarrolla rápidamente durante esta etapa de crecimiento, las raíces seminales pierden pronto su importancia y el sistema radical permanente que

comienza a formarse desde la corona, sostiene y nutre a la planta joven, la profundidad de siembra tiene sólo una ligera influencia sobre la profundidad de salida del sistema radical principal. (Araoz, M., 2006).

Las raíces primarias continúan hundiéndose y ramificándose, mientras que se forman sucesivas raíces adicionales en los nudos del tallo por encima de la corona. Pero, a medida que la planta aumenta de tamaño, la capa arada comienza a llenarse de numerosas raíces, que se nutren con la fertilidad concentrada en ese suelo productivo. (Araoz, M., 2006).

## **2.8.- ETAPA DE PREFLORACIÓN**

El punto de crecimiento, que hasta este momento ha presentado forma circular o hemisférica se alarga hasta formar un cilindro de ápice redondeado. Esta transición, que demora sólo dos o tres días, se continúa con la aparición de bultos diminutos a los costados del punto de crecimiento. En pocos días, la panoja embrionaria se ha desarrollado lo suficiente como para ser reconocible. A esta altura, los entrenudos inferiores del tallo comienzan a alargarse con mucha rapidez. La planta comienza una etapa de crecimiento vertical extremadamente veloz que exige al sistema radical una gran actividad radical para suministrar agua y sustancias nutritivas. En este periodo las raíces crecen con rapidez y pronto llenan la mayor parte del espacio disponible en la zona radicular del suelo. (Araoz, M., 2006).

La espiga diminuta comienza a formarse al costado del punto de crecimiento, apenas una semana o diez días después de iniciada la panoja. La espiga principal del maíz se origina en el ápice de una ramificación lateral, situada aproximadamente en el sexto nudo por debajo de la panoja. (Araoz, M., 2006).

Cuando surge la panoja, puede verse el ápice del vástago de la espiga, disminuye la velocidad de crecimiento de la planta y se inicia la preparación para la floración. Aproximadamente una semana antes de la liberación del polen, todos los entrenudos, excepto los dos o tres superiores ya tienen su largo total y la planta ha alcanzado su altura definitiva. En los previos a la liberación del polen y al alargamiento de los estilos, la planta utiliza la mayor parte de su energía en la producción de polen maduro y en la

formación de la estructura de la mazorca y de la espiga. Estos dos procesos requieren gran cantidad de proteínas. Si las condiciones de crecimiento han sido desfavorables, especialmente si ha habido deficiencias en el metabolismo del nitrógeno, disminuirá el tamaño de la espiga en formación. Uno a dos días antes de comenzar la liberación del polen los entrenudos superiores se alargan rápidamente y empujan a la panoja fuera de la masa foliar. (Araoz, M., 2006).

## **2.9.- ETAPA DE FLORACIÓN**

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

El grano de polen germina rápidamente, produce un tubo polínico que crece, desciende por el canal del estilo y se penetra en la flor femenina. El primer tubo que alcanza el saco embrionario femenino casi siempre lo fecunda y comienza a formarse el grano de maíz. (Araoz, M., 2006).

## **2.10.- ETAPA DE LLENADO DE GRANOS**

El llenado de los granos comienza luego de ocurrir la fecundación y termina una vez que se alcanza la madurez fisiológica. A continuación, se analizan los diferentes estados por los cuales atraviesan los granos durante su etapa de llenado:

**2.10.1.- Estado de ampolla:** luego de 3 a 4 días de ocurrida la fecundación de los primeros óvulos, es posible apreciar en la base de los choclos, granos iniciando su crecimiento; estos semejan pequeñas ampollas, presentando una coloración blanquecina y un contenido de humedad cercano al 90%.

([www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm](http://www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm))

**2.10.2.- Estado lechoso:** los granos muestran externamente un color amarillo, en tanto que en el interior el fluido es de color blanco lechoso. Los granos, que en esta etapa presentan entre 71 y 74% de humedad como promedio, están óptimos para el consumo

en choclo. El estado de choclo se sobrepasa en forma relativamente rápida, debido a la gran acumulación de materia seca que se produce en los granos a partir del momento en que se alcanza dicho estado. (uc.cl 2017)

([www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm](http://www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm))

**2.10.3.- Estado de masa blanda:** la acumulación continúa de almidón en el endospermo, determina que el fluido interno alcance en este estado una consistencia pastosa. La corteza de la mazorca presenta un color rosado a rojo suave, producto del cambio de color que comienza a ocurrir en los elemento circundantes (lemma y palea). Los granos en este estado presentan alrededor de un 60% de humedad y han acumulado cerca de la mitad de su peso total. (uc.cl 2017)

([www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm](http://www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm))

**2.10.4.- Estado dentado o de masa dura:** la mayoría de los granos comienzan a mostrar hendiduras en su parte apical, lo que corresponde al dentado de los granos; el contenido promedio de humedad en este estado alcanza a 55%. Los granos comienzan a secarse desde su parte apical, que es donde se inicia el depósito de almidón. (uc.cl 2017)

([www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm](http://www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm))

**2.10.5.- Estado de madurez fisiológica:** Es la máxima acumulación de materia seca en el grano (o peso seco total máximo), la humedad promedio en esta etapa es de 30 a 35%. Pero, el grano no se encuentra aún listo para ser almacenado en forma segura, para lo cual se requiere de 13 a 15% de humedad. (uc.cl 2017)

([www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm](http://www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm))

Las apariciones de la madurez fisiológica por días varían considerablemente debido a que son afectados en gran medida, por factores como la temperatura, la duración de los días y de la estación de crecimiento, la lluvia, la densidad y la fecha de siembra y la fertilidad del suelo. (Araoz, M. 2006).

## **2.11.- ¿QUÉ ES LA MEJORA GENÉTICA EN MAÍZ?**

El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado. **(FASSIO, 1998)**.

Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo. También se selecciona según la forma de la mazorca de maíz, aquéllas sobre todo que posean un elevado contenido de granos sin deformación. **(LITZEMBERGER, 1986)**.

### **2.11.1.- Objetivos de la mejora genética**

Los objetivos de la mejora genética son:

- Aumentar el rendimiento:
- Mejora de la productividad: aumentando la capacidad productiva potencial de los individuos.
- Mejora de resistencia: obteniendo genotipos resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas.
- Mejora de características agronómicas: obteniendo nuevos genotipos que se adapten mejor a las exigencias y aplicación de la mecanización de la agricultura.
- Aumentar la calidad: mejora del valor nutritivo de los productos vegetales obtenidos.
- Extender el área de explotación: adaptando las variedades de las especies ya cultivadas a nuevas zonas geográficas con características climáticas o edafologías extremas.

- Domesticar nuevas especies: transformando las especies silvestres en cultivadas con utilidad y rentabilidad para el hombre. (Mireia Ramos Muntada 2017)

<https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2017/04/06/maiz-mejora-genetica/>

### **2.11.2.- Etapas del proceso de mejora genética**

Antes de empezar el proceso se tienen que definir los objetivos que se quieren conseguir y, por lo tanto, definir aquellos caracteres que se quieren mejorar para obtener un fenotipo concreto. (Mireia Ramos Muntada 2017)

Las etapas que se siguen en el proceso de mejora genética son las siguientes:

**Primera etapa:** encontrar dentro de la variabilidad genética de la especie conreada, o de las especies que se pueden hibridar, individuos que tengan estos caracteres. (Mireia Ramos Muntada 2017)

**Segunda etapa:** estos individuos se hibridan entre sí y con plantas de buenas características agronómicas generales. El resultado será una población de base que segregará para un gran número de caracteres, de la cual se seleccionaran los individuos que más se acerquen a la variedad buscada. (Mireia Ramos Muntada 2017)

**Tercera etapa:** comprobar que estos individuos son mejores en uno o más aspectos que las variedades que hay en el mercado, hecho que normalmente obliga a realizar ensayos comparativos. (Mireia Ramos Muntada 2017)

<https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2017/04/06/maiz-mejora-genetica/>

## **2.12.- EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS**

### **2.12.1.- 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. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

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 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

El maíz está considerado una especie de días cortos por ser de origen tropical, no obstante como consecuencia de los trabajos de mejoramiento genético se ha modificado esta característica permitiendo extender el cultivo a regiones del mundo ubicadas más al norte o más al sur de su lugar de origen. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

Desde la germinación, las exigencias térmicas del maíz son superiores a las de cualquier cereal de invierno. En un suelo con temperaturas por debajo de 6° C no se produce la germinación, ya que entre 6 a 10° C la germinación es muy lenta y al quedar la semilla más tiempo en el suelo aumentan los peligros de ataques de parásitos. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

Para que la emergencia de las plántulas sea suficientemente rápida es necesario que el suelo, a 5 centímetros de profundidad tenga como mínimo una temperatura de 10° C pero temperaturas de 12° C a 13° C favorecen una germinación más rápido. Con estas temperaturas, si las condiciones de humedad del suelo son adecuadas la emergencia de las plántulas se constata a partir de los 8 días después de la siembra. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

Durante la etapa vegetativa la temperatura continua teniendo un papel importante sobre el crecimiento y desarrollo, la temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 25 y 29° C, a mayor o menor temperatura la velocidad de crecimiento disminuye. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

El maíz resistirá el frío mientras el punto de crecimiento no se congele, 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, cuando la planta de maíz tiene unos 30 centímetros de alto y la quinta o sexta hoja, el punto de crecimiento alcanza la superficie del suelo y ahí si los daños por helada afectan dicho punto y matan a la planta. Para la fructificación el maíz requiere temperaturas de 20 a 32°C. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

## **2.12.2.- Pluviometría y riegos**

### **2.12.2.1.- Pluviometría**

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en un contenido de 40 a 65 cm. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

### **2.12.2.2.- 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. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero si mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar riego unos 10 a 15 días antes de la floración. (HOFSTADTER, 1975).

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 permitan una eficaz polinización y cuajado.

La falta de agua disminuye los rendimientos en mayor proporción durante el periodo comprendido entre los 15 o 20 días anteriores a la aparición de la panoja y los 15 o 20 días posteriores a la polinización. Cuando 15 días de sequía preceden a la floración masculina se originan pérdidas de rendimiento superiores al 50%.

Por último para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada. (HOFSTADTER, 1975).

### **2.12.3.- Exigencias en suelo**

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con el pH ideal comprendido entre 5,5 y 7 por encima o debajo de estos niveles el pH interfiere la disponibilidad de nutrientes en forma asimilable, También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. El cultivo de maíz extrae del suelo más de 2 kilogramos de nitrógeno por hectárea y por día, el maíz necesita elevadas cantidades de nitrógeno para la elaboración de la espiga. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

### **2.12.4.- Drenaje**

Requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. Cuando se siembra en estos suelos, las semillas van a germinar con más facilidad; las plantas serán fuertes y vigorosas y se obtienen mazorcas grandes y granos de calidad.

(<http://aeiagro.galeon.com/aficiones1553013.html>)

## **2.13.- MANEJO DEL CULTIVO**

### **2.13.1.- Labores culturales**

#### **2.13.1.1.- 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 mullido 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 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

### **2.13.2.- Densidad de Siembra**

El rendimiento de maíz presenta una óptima respuesta a la densidad entre 50.000 a 60.000 pl/ha para tener una buena producción. (Campo cyl 2016)

La densidad de siembra viene dada por la distancia entre las plantas y la separación de las líneas de siembra. A esta densidad teórica hay que restarle aproximadamente un 10% para llegar a la densidad real. (Campo cyl 2016)

Cuando las siembras quedan claras, el mayor tamaño de la mazorca no compensa la falta de planta y un exceso de densidad puede provocar plantas poco vigorosas y esterilidad. Hay variedades que se adaptan a más densidad y otras a menos, por lo que las distintas variedades de maíz alcanzan su máximo rendimiento a unas determinadas densidades que debemos consultar a la Oficina de semillas. (Campo cyl 2016)

Por lo tanto la densidad de siembra correcta es la que nos asegure una mazorca por planta y que pese entre 200 y 250 gramos. Y dependerá de la población final que se desee obtener y de la variedad a sembrar pero siembre contando con un 10% de pérdidas de semillas por diversas circunstancias. (Campo cyl 2016)

(<https://www.campocyl.es/category/maiz/para-la-buena-preparacion-de-suelo-y-siembras-en-maiz/>)

### **2.13.3.- Densidad óptima**

La densidad óptima se alcanza cuando se encuentra la cantidad de plantas que permite un pleno desarrollo de las mismas, y esto permite obtener un alto rendimiento.

Esta cantidad de plantas se considera justo la necesaria para lograr el mayor rendimiento posible, ya que por debajo o encima de esta cantidad se pone en riesgo el buen desarrollo de todas las plantas. Una mala elección de la densidad puede resultar en reducciones del 10 al 40 % del rendimiento potencial, ya que cuando hay un alto número de plantas en el espacio, se aumenta la competencia, el aborto de granos y cantidad de adultos estériles. (INTAGRI 2017)

Si obtenemos una menor densidad entonces tendremos: menor rendimiento, espacio sub-utilizado, mayor incidencia de malezas, mayor evaporación, menor área foliar,

menor captura de luz y desperdicio de insumos. En cambio, si la densidad es mayor a la óptima entonces tendremos: menor rendimiento, acame (plantas más altas y más delgadas), mazorcas más pequeñas, plantas sub-desarrolladas, plantas sin mazorca y mayor competencia por recursos (agua y nutrientes). (INTAGRI 2017)

#### **2.13.4.- Consideraciones para elegir la densidad adecuada para el maíz**

La densidad envuelve muchos factores que pueden generar mayores o menores rendimientos, además de un diferente manejo.

La cantidad de plantas que se puede tener sin disminuir el rendimiento es afectada tanto por las características del suelo, clima, genética de la semilla, así como la disponibilidad de nutrientes y agua. (INTAGRI 2017)

La competencia entre las plantas puede reducir el rendimiento, por lo que se debe considerar los siguientes elementos para definir la densidad óptima:

**2.13.4.1.- Captación de luz:** El área foliar y la captación de luz incide directamente sobre el crecimiento de la planta, así como el crecimiento de las malezas. Una baja densidad favorece el crecimiento de malezas, mientras que una densidad de siembra alta impide el crecimiento de las malas hierbas pero también el desarrollo adecuado de las plantas. (INTAGRI 2017)

**2.13.4.2.- Disponibilidad de agua:** No es lo mismo contar con una fuente de abastecimiento continuo de agua para riego, que depender del agua de lluvia. En el primer caso, el agua no resulta una limitante para la cantidad de plantas a establecer, mientras que si se desea establecer un cultivo de maíz de temporal, la precipitación definirá la cantidad de plantas a sembrar (densidad bajas ayudan a disminuir la demanda hídrica). (INTAGRI 2017)

**2.13.4.3.- Disponibilidad de nutrientes:** En un cultivo de alto rendimiento de maíz resulta beneficioso tener altas densidades que respondan a una alta disponibilidad de agua y nutrientes (macronutrientes y micronutrientes), pero si se establecen bajas densidades en suelos con alta disponibilidad de nutrientes se desperdician insumos y la producción tiene menor rentabilidad. La aplicación de cantidades inferiores de

nutrientes a los requeridos por la planta impacta negativamente sobre la cobertura vegetativa (cantidad de biomasa producida) y la capacidad reproductiva (reducción de la efectividad de polinización); en este caso la característica más afectada es el llenado y madurez de granos, causado porque al tener mayor competencia en la distribución de asimilados, la planta determina un menor crecimiento durante un estado crítico como la floración y un menor número posible de granos. (INTAGRI 2017)

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/densidad-de-siembra-en-el-cultivo-de-maiz> - INTAGRI S.C.

#### **2.13.5.- Las Condiciones Agroecológicas y el Manejo**

Con mejores condiciones de fertilidad del suelo, fertilización y un mejor manejo, se podrá sostener una mayor densidad de plantas. Las densidades recomendables pueden ir desde las 50 mil plantas por hectárea en condiciones de temporal, laderas y suelos malos, hasta 100 mil o más en las mejores condiciones. (Unisem 2011)

#### **2.13.6.- La variedad**

Los híbridos bajos, y precoces, requieren de una mayor densidad que los híbridos altos y tardíos para lograr su máximo rendimiento. Criollos y algunos híbridos malos no soportan densidades medianas, se acaman. (Unisem 2011)

#### **2.13.7.- El riesgo de sequía**

En caso de sequía, una densidad alta es contraproducente. Por lo tanto, conviene trabajar con densidades modestas en zonas donde este problema es recurrente. (Unisem 2011)

#### **2.13.8.-Rendimiento esperado**

Los rendimientos máximos por planta son de entre 150 a 180 gramos. Por lo tanto, si en una parcela se esperan unas 12 toneladas de grano por hectárea, la densidad de plantas recomendable es de 67- 95 mil plantas por hectárea. (Unisem 2011)

Inevitablemente se pierden algunas semillas o plántulas, por falta de germinación, falta de vigor, falta de contacto con el suelo, piedras, encostramientos, plagas y enfermedades, fallas de la sembradora, etc. (Unisem 2011)

Por esta razón, se debe aumentar la densidad de siembra en la misma proporción en la que se espera tener pérdidas de semilla o plántulas. En la Guía de Identificación de problemas en la producción de maíz tropical del CIMMYT, se sugiere considerar un 20 % como pérdida. (Unisem 2011)

(<https://semillastodoterreno.com/2011/05/densidad-de-siembra-para-maiz/comment-page-1/>)

### **2.13.9.- La densidad de siembra factor importante en la producción**

Si se siembra muy cerca entre plantas de maíz, puede que en lugar de subir la cosecha de granos de maíz, puede que baje, debido a que el suelo no alcanza a alimentar los nutrientes para dichas plantas. (Blog de Agroindustria online 2016)

Otra situación es que si se siembra muy distanciado, puede que se tenga problemas con el viento, aparte de sacar menos granos de maíz, ya que el viento puede derribarte todo el cultivo, debido a que no hay soporte entre plantas. Ahora hay que especificar la forma estándar, una de las densidades más recomendada para la mayoría de suelos para el cultivo de maíz, la distancia se encuentra entre surcos 80 centímetros, entre plantas 40 centímetros, lo que hace un aproximadamente 44, 000 plantas por hectárea.

(Blog de Agroindustria online 2016)

(<https://www.agronegocio.pro/distancia-de-siembra-de-maiz/>)

Hay que lograr siembras con espaciamentos entre plantas los más uniforme posible, el cultivo se beneficia cuando cada planta ocupa un espacio similar en el suelo de esta forma la competencia entre ellas por humedad luz y nutrientes será igual para todas.

Un espaciamiento uniforme contribuye a controlar las malezas esta situación ideal no es frecuente debido a las fallas en la siembra y a las posteriores pérdidas de plantas por diferentes motivos, plantas irregularmente distanciadas favorecen el desarrollo de malezas que disminuyen los rendimientos. (Campo syl 2016)

El número de plantas por hectárea modifica algunas características de la planta alta densidad produce plantas de tallos más finos más fácilmente quebradizos por el viento u otro agente natural, reduce el tamaño de espiga y por tanto la producción de granos.

**(Campo syl 2016)**

Al aumentarse en exceso la población de plantas se produce un aumento en el número de plantas sin espigas por el contrario con densidades bajas es frecuente que algunas plantas produzcan más de una espiga, con 35.000 a 40.000 plantas por hectárea es frecuente que entre el 10 y el 20% de las plantas presentes dos espigas. Con altas densidades de plantas (70.000 o más plantas por hectárea) entre el 10 al 18% de las plantas pueden carecer de espiga. **(Campo syl 2016)**

**(<https://www.cam pocyl.es/category/maiz/para-la-buena-preparacion-de-suelo-y-siembras-en-maiz/>)**

#### **2.13.10.- Aporque**

El aporque tiene el objeto de favorecer el desarrollo del sistema radicular adventicio, mejora el anclaje evitando de esta manera el encamado.

Consiste en airear, arrimar, formar y aplicar una cantidad considerable de tierra a la base de las plantas. Las ventajas de esta labor son; eliminar malezas, ayudar a que las raíces aéreas alcancen a fijarse en el suelo, impedir el acame de las plantas por influencia del viento y facilitar el riego. Esta actividad debe realizarse a los 20 o 30 días después de la deshierba o rascadillo, para el cual se utilizará el azadón, además durante esta labor se colocará en forma lateral el 50% del abono nitrogenado (urea) **(Yanez, et al., 2005).**

#### **2.13.11.- Control de malezas**

Las malezas pueden ser controladas con el método cultural, que consiste en la rotación de cultivos, el arado y la utilización de semilla certificada, libre de semilla de mala hierba, también se puede realizar el control de malezas con el método químico. **(Infoagro, 2012).**

La necesidad de controlar las malezas nace del conocimiento de las pérdidas de rendimiento que ocasionan y esto es debido a que compiten especialmente por los nutrientes y el agua, por lo cual afecta en un 25 a 30% en el rendimiento del cultivo.

La incidencia de las malezas sobre las plantas de maíz son; menor altura y desarrollo de las plantas, menor número de plantas con espigas y menor tamaño y peso de las espigas. (Agro estrategia s/f)

<http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>

#### **2.13.12.- Raleo**

El raleo o aclareo es una labor del cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño que oscila entre 25 a 30 cm, esta labor tiene como fin ir dejando una sola planta por golpe, eliminando las restantes. Esta actividad puede ir acompañado de otra labor como es la de romper las costras endurecidas del terreno para favorecer el desarrollo de raíces adventicias. (Infoagro, 2012).

#### **2.13.13.- Rascadillo o deshierba**

Esta actividad se realiza cuando la planta ha alcanzado una altura de 25 a 30 cm. Con esta labor se afloja el suelo, se da aireación a las raíces y se eliminan las malas hierbas. (INIAF, 2011).

### **2.14.- 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, 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. (Agro estrategia s/f)

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente. (Agro estrategia s/f)

### **2.14.1.- Nitrógeno**

Es el nutriente motor de crecimiento cuando la planta lo absorbe lo acumula como nitrato en las hojas y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal de crecimiento cuyo exponente principal es AIA ácido indol acético así mismo el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas. (Agro estrategia s/f)

**<http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>**

La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar así como el tipo de textura del suelo. 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 2012)

**<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>**

### **2.14.2.- Fosforo**

Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental a la germinación para favorecer un rápido crecimiento radicular es decir cuando comienza el crecimiento vegetativo lineal y por ende la mayor demanda y en pre floración es decir en los momentos en los que comienza una gran actividad metabólica asociada a la fecundación y comienzo del llenado de los granos. (Agro estrategia s/f)

**<http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>**

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.

**<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>**

### **2.14.3.- Potasio**

Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados a medida que la planta va fotosintetizando va acumulando azúcares en las hojas, estos azúcares son los que la planta trasloca a los granos en el momento del llenado de los mismos el potasio es el responsable principal de este traslado. (Agro estrategia s/f)

<http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>

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 s/f)

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 s/f)

Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella. (Infoagro 2012)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

### **2.15.- ÉPOCA DE SIEMBRA**

En el Departamento de Tarija, la siembra de maíz para choclo se realiza en dos épocas: siembra de invierno se inicia a partir del mes de agosto, cosechando en Diciembre-enero, la época de primavera inicia en Noviembre- Diciembre para cosechar en Febrero Marzo. (INIAF 2010).

### **2.16.- PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**

La siembra del maíz se debe realizar a una profundidad de 15 a 20 cm dependiendo de las condiciones físicas del suelo y el contenido de la humedad, la profundidad varía. (INIAF.2010).

Profundidad de la siembra, puede oscilar entre 10 y 20 centímetros, técnicamente se recomienda tres veces el diámetro mayor de la semilla siempre dependiendo de varios factores. (Campo syl 2016)

(<https://www.campocyl.es/category/maiz/para-la-buena-preparacion-de-suelo-y-siembras-en-maiz/>)

### **2.17.- COSECHA**

Las mazorcas deben ser recogidas durante el “estado lechoso”, es decir cuando los granos están perfectamente formados pero no completamente maduros, presentan un color amarillo, en tanto que en el interior el fluido es de color blanco lechoso, tienen el tamaño máximo de mazorca y una humedad entre 71% y 74%. Un buen indicio es que cuando en la flor femenina los estilos cambian de color a café oscuro. (Campo syl 2016)

### **2.18.- LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DEMANDA DE MAÍZ EN BOLIVIA**

Se mencionó que cuando se habla de la demanda de maíz en Bolivia, se visualiza solamente la demanda del sector avícola dejando de lado el consumo humano.

Lamentablemente no existe información actualizada sobre el consumo per cápita actual de este cereal, ni en su estado fresco (choclo) ni seco. En el trabajo de campo para esta investigación, fue evidente que los consumidores urbanos no manejan los datos sobre su ingesta de maíz y sólo tienen algunas ideas aproximadas del consumo de choclo o mote. Esto se debe a que consumen una serie de productos ya elaborados y a que el consumo del maíz no tiene un ritmo constante o uniforme como el del arroz, la papa o el fideo. En cambio, en el área rural, donde se produce este cereal, el consumo es más uniforme y constante; se han encontrado zonas donde se ingieren hasta unos 40 kilos al año por persona (zonas de los valles y chaco). (INE, 2005-2010).

### **2.19.- PRODUCCIÓN REGIONAL**

En cuanto a la producción regional de maíz choclo, en Tarija se observó un notable crecimiento del consumo del mismo hasta el 2005 se tenía 1098 hectáreas se producían 2643 toneladas estas cifras sufrieron un incremento en los últimos años, en 2010 se tienen una 1700 hectáreas produciendo unas 5100 toneladas. (INE, 2005-2010).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.- ZONA EN ESTUDIO**

##### **3.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El presente ensayo del cultivo de maíz para choclo se lo realizó en la comunidad de Tolomosa Norte, provincia Cercado del Departamento de Tarija, la misma que se encuentra ubicada a una distancia de 13 Km de la capital del Departamento.

Geográficamente Tolomosa Norte se encuentra ubicada entre las coordenadas 21°.62" latitud Sur y 64°.80" longitud Oeste y a una altura de 1.953 m.s.n.m.

##### **3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

###### **3.2.1.- Temperatura**

De acuerdo a los registros de la estación de San Andrés, se tiene: La temperatura media anual es de 17,5°C. La temperatura máxima media anual es de 25,7°C y la temperatura mínima media anual es de 9,4°C.

La temperatura media mensual de los meses más calurosos varía entre los 19°C a los 19,7°C entre los meses de Octubre a Marzo. La temperatura media mensual de los meses más fríos varía entre 14,1°C a los 17,6°C entre los meses de Abril a Septiembre. La temperatura máxima extrema anual es de 39°C y la mínima extrema es de -10,0°C.

###### **3.2.2.- Precipitación**

Tolomosa Norte tiene una precipitación anual de 1073,5 mm. La precipitación máxima diaria se registró en los siguientes meses: Febrero 108,5 mm, Diciembre 106,5 mm y Octubre 150,3 mm que fue el mes con máxima precipitación. Los meses con más días con lluvia fueron: Enero con 15 días, Febrero con 14, Marzo con 14, Noviembre 11 y Diciembre con 14 días, se registró anualmente 92 días de lluvia.

### **3.2.3.- Humedad relativa**

Dadas las características del clima en la región la humedad relativa es moderadamente alta con un promedio anual de 67%, los meses con más humedad son desde Diciembre hasta Abril que oscila entre los 71 hasta 75%.

Anualmente días con heladas son pocos en total 21 días repartidos en los siguientes meses:

Mayo un día, Junio seis días, Julio ocho días, Agosto cuatro días y Septiembre un día. La nubosidad media anual es de 4 octas y la evaporación media anual es de 3,69 mm/día.

### **3.2.4.- Suelo**

Posee suelos de débil a moderado desarrollo con textura franco a franco arenoso haciéndose arcilloso y arcilloso en profundidad y con sustrato pedregoso variable a partir de los 50 cm hasta 1 metro. Relieve plano a levemente ondulado, pendiente 1%; moderadamente profundas; a veces fuertemente pedregosos y con peligro de anegamiento.

### **3.2.5.- Vegetación**

La comunidad de Tolomosa se define como un área con monte espinoso, la especie nativa de mayor significancia es el churqui (*Acacia caven*) que se encuentra en forma dispersa en los lugares adyacentes a la cuenca del río Tolomosa, la otra especie que se encuentra en esta zona son los sauces (*Salix babilonica*), molles (*Schinus molle*), distribuidos en toda la zona.

### **3.2.6.- Fauna**

La fauna en la área de estudio está representada por los siguientes especies: conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*), zorro (*Vulpes vulpes*), perdiz (*Alectoris rufa*) y palomas.

### **3.2.7.- Actividad económica**

La actividad económica que predomina en la comunidad de estudio está representada principalmente por los siguientes cultivos: Papa (*Solanum tuberosum* L.), Maíz (*Zea mays*) estado de choclo, cebolla (*Ayllum cepa*), Zanahoria (*Daucus carota*). Respeto a la actividad ganadera se tiene ganado vacuno para carne.

### 3.3.- MATERIAL BIOLÓGICO

Las Variedades de Maíz (para choclo) utilizadas en el presente trabajo de investigación fueron:

#### 3.3.1.- INIAF CHOCLERO BLANCO

**Nº de Registro:** RV-MA-1159-16.

**Descripción de planta:** Altura de la planta 220 – 230 cm, longitud de la mazorca 16 cm con 12 – 14 hileras

**Características del grano:** Color blanco, textura harinosa, tamaño mediano.

**Maduración:** Ciclo intermedio 120 días a la cosecha.

**Rendimiento:** 3 t\*ha-1.

**Uso:** Gastronomía en grano fresco y grano duro.

**Áreas recomendadas:** Valles de Tarija, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, y Chaco boliviano.

#### 3.3.2.- INIAF CHOCLERO AMARILLO

**Nº de Registro:** RV-MA-1158-16.

**Descripción de planta:** Altura de la planta 220 – 230 cm.

**Longitud de la mazorca:** 16 cm con 12 – 14 hileras

**Características del grano:** Color amarillo, textura semiharinoso, tamaño grande.

**Maduración:** Ciclo intermedio 120 días a la cosecha.

**Rendimiento:** 3.5 t\*ha-1.

**Uso:** Gastronomía en grano fresco (choclo) y grano duro.

**Áreas recomendadas:** Valles de Tarija, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, y Chaco boliviano.

#### 3.3.3.- Pairumani Aychazara 101

**Ciclo vegetativo choclo:** 115 Días

**Días de floración masculina:** 70

**Altura de la planta:** 2,70

**50% de estigmas:** 78

**Diámetro de tallo:** 3,1

**Altura inserción de mazorca:** 1,56

**Número de macollo:** 1 a 2

**Número de hileras:** 10 a 15

**Número de hojas (nudos):** 1

**Tamaño del grano:** 1,5 cm

### **3.3.4.- IBTA ERQUIS I**

**Color de grano:** Amarillo tendiente a blanco

**Textura de grano:** Amiláceo

**Longitud de mazorca:** 16 a 18 cm

**Tamaño de grano:** Pequeño a mediano

### **3.3.5.- IBTA Algarrobal 108**

**Altura de la planta:** 237 cm

**Altura de la mazorca:** 140 cm

**Días de madurez fisiológica:** 130 días

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

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

## **3.4.- MATERIAL DE CAMPO**

### **3.6.1.- Material de demarcación**

- Wincha Métrica
- Estaca
- Letreros
- Palos

### **3.4.2.- Material de registro**

- Libreta de campo

### **3.4.3.- Equipo y Herramientas**

- Tractor agrícola (y toda su implementación)
- Azadones
- Palas
- Picotas
- Machete
- Carretilla
- Balanza

- Calibrador
- Regla

#### **3.4.4.- Material de gabinete**

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Calculadora

### **3.5.- METODOLOGÍA**

#### **3.5.1.- Establecimiento del diseño experimental**

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo de tesis fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial  $5 \times 3 = 15$  tratamientos o combinaciones con 2 repeticiones dando un total de 30 parcelas o unidades experimentales.

### **3.6.- DISEÑO DE CAMPO**

#### **3.6.1.- Características del diseño**

##### **3.6.1.1.- Diseño de campo**

<b>Número de Tratamientos</b>	15
<b>Número de Repeticiones</b>	2
<b>Número de Parcelas</b>	30
<b>Distancia entre surcos</b>	0.70 m
<b>Distancia entre Plantas</b>	<b>D1=0.20 m D2=0.30 m D3=0.50 m</b>
<b>Ancho de la Parcela</b>	3.50 m
<b>Largo de la Parcela</b>	4 m
<b>Tamaño de la Parcela</b>	14 m <sup>2</sup>
<b>Distancia/Bloques</b>	2 m
<b>Distancia/Parcelas</b>	1 m
<b>Superficie Útil/Ensayo</b>	420 m <sup>2</sup>
<b>Superficie Total del Ensayo</b>	525 m <sup>2</sup>

### 3.7.- FACTORES EN ESTUDIO

- **Factor V (Variedad)**

**V1:** INIAF CHOCLERO BLANCO

**V2:** INIAF CHOCLERO AMARILLO

**V3:** IBTA Algarrobal 108

**V4:** IBTA ERQUIS I

**V5:** Pairumani Aychazara 101

- **Factor D (Densidad de siembra)**

**D1=** S/S 0,70m      **PL/PL** 0,20 m

**D2=** S/S 0,70 m      **PL/PL** 0,30 m

**D3=** S/S 0,70 m      **PL/PL** 0,50 m

### 3.8.- TRATAMIENTOS EN ESTUDIO: DISEÑO BIFACTORIAL

Factores En Estudio	Niveles	Tratamientos	Nº de Replicas	Nº de Unidades Experimentales	VARIABLES Respuesta
<b>Variedades (V)</b>	5	V1D1 V1D2 V1D3 V2D1 V2D2 V2D3 V3D1 V3D2 V3D3 V4D1 V4D2 V4D3 V5D1 V5D2 V5D3	2	30	Días a la floración Altura planta Altura inserción mazorca Cobertura mazorca Longitud mazorca Diámetro mazorca Rendimiento de cada tratamiento
<b>Densidades (D)</b>	3				

### 3.9.- TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

- **INIAF CHOCLERO BLANCO.-** Se sometió a tres niveles de distancias de pl/pl y son las siguientes:
  - V1D1.** A una distancia pl/pl de 0,20m y a una densidad de 143.000 plantas/Ha.
  - V1D2.** Corresponde a 0,30m de pl/pl con 93.000 plantas/Ha.
  - V1D3.** Con una distancia de 0,50m de pl/pl y con una densidad de 57.000 plantas/Ha.
- **INIAF CHOCLERO AMARILLO.-** Con tres diferentes distancias de pl/pl:
  - V1D1.** A una distancia pl/pl de 0,20m y a una densidad de 143.000 plantas/Ha.
  - V1D2.** Corresponde a 0,30m de pl/pl con 93.000 plantas/Ha.
  - V1D3.** Con una distancia de 0,50m de pl/pl y con una densidad de 57.000 plantas/Ha.
- **IBTA Algarrobal 108.-** Que concierne a tres diferentes distancias de pl/pl:
  - V1D1.** A una distancia pl/pl de 0,20m y a una densidad de 143.000 plantas/Ha.
  - V1D2.** Corresponde a 0,30m de pl/pl con 93.000 plantas/Ha.
  - V1D3.** Con una distancia de 0,50m de pl/pl y con una densidad de 57.000 plantas/Ha.
- **IBTA ERQUIS I.-** Cuenta con tres diferentes distancias de pl/pl:
  - V1D1.** A una distancia pl/pl de 0,20m y a una densidad de 143.000 plantas/Ha.
  - V1D2.** Corresponde a 0,30m de pl/pl con 93.000 plantas/Ha.
  - V1D3.** Con una distancia de 0,50m de pl/pl y con una densidad de 57.000 plantas/Ha.
- **Pairumani Aychazara 101.-** Puesta a tres diferentes distancias de pl/pl:
  - V1D1.** A una distancia pl/pl de 0,20m y a una densidad de 143.000 plantas/Ha.
  - V1D2.** Corresponde a 0,30m de pl/pl con 93.000 plantas/Ha.
  - V1D3.** Con una distancia de 0,50m de pl/pl y con una densidad de 57.000 plantas/Ha.

### **3.10.- VARIABLES ESTUDIADAS**

1. Días a la floración
2. Altura planta
3. Altura inserción mazorca
4. Cobertura mazorca
5. Longitud mazorca
6. Diámetro mazorca
7. Rendimiento de cada tratamiento

### **3.11.- DATOS REGISTRADOS**

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

#### **3.11.1.-Días a floración.-**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de la parcela tuvieron floración masculina y posteriormente la femenina.

#### **3.11.2.-Altura planta.-**

Se seleccionó el total de plantas en un surco al azar de cada parcela, para lo cual se midió la distancia (m), desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja).

#### **3.11.3.-Altura mazorca.-**

En el mismo surco que se midió la altura de la planta, se determinó la distancia en metros desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta.

#### **3.11.4.- Cobertura mazorca**

Se registró el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tuvieron expuestas algunas partes de la misma, según **CIMMYT** convierte esta cifra en un porcentaje de cobertura deficiente de la mazorca, dividiendo por el número total de mazorcas cosechadas y se calificó también la cobertura de mazorca en los materiales

de cada parcela según en una escala de 1 a 5 donde el de 1 correspondió a mazorcas con una cobertura excelente y el valor de 5 correspondió a las mazorcas expuestas.

### **Escala de calificación**

- 1.- Excelente.- Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
- 2.- Regular.- Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
- 3.- Punta expuesta.- Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
- 4.- Grano expuesto.- Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
- 5.- Completamente inaceptable.- Cobertura deficiente; la punta esta claramente expuesta.

### **3.11.5.- Longitud de mazorcas**

Para medir o determinar la longitud de la inflorescencia o mazorca, se procedió a medir (cm) la mazorca partiendo de la base de la misma hasta el ápice.

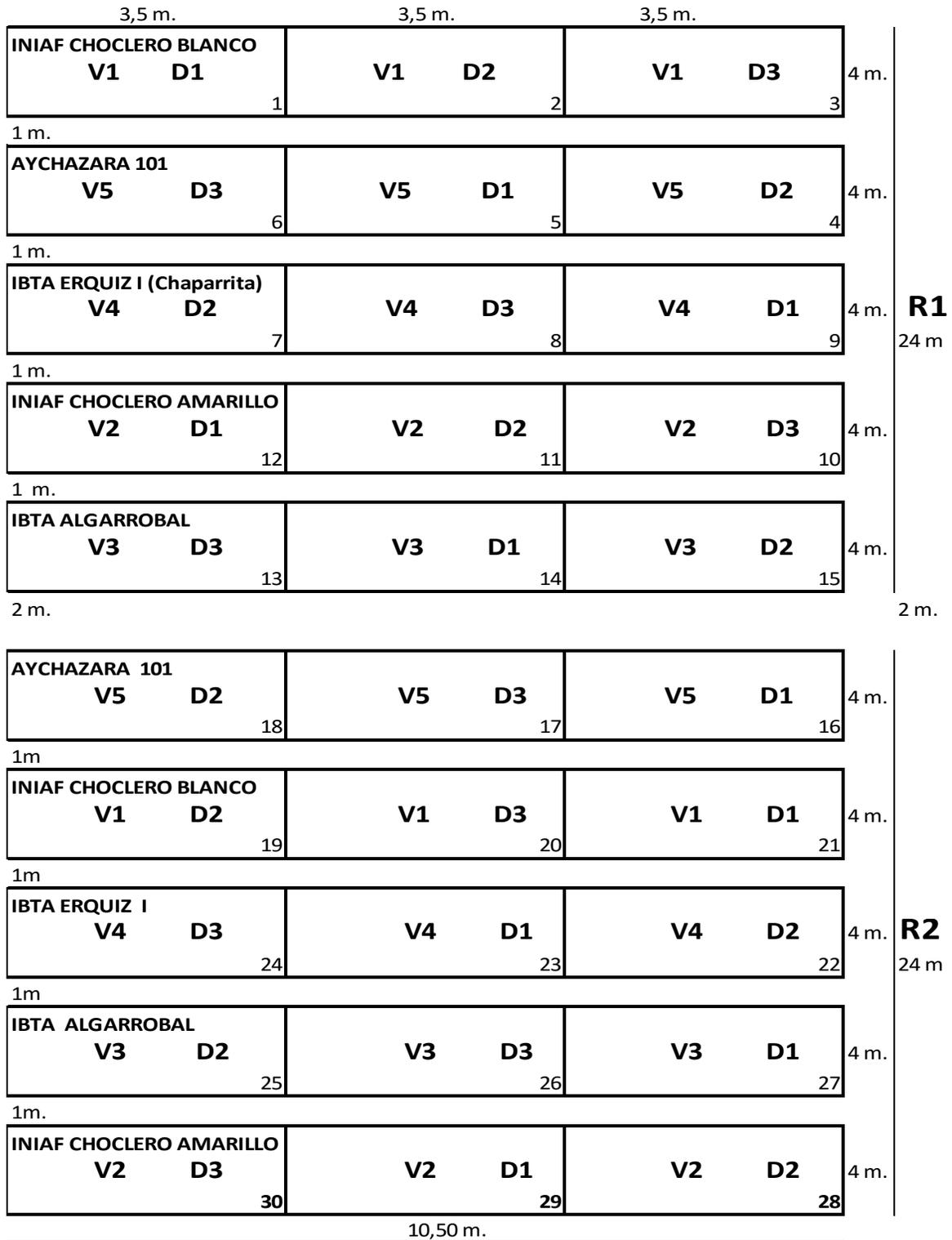
### **3.11.6.- Diámetro de mazorcas**

Para determinar el diámetro de la mazorca se midió (cm) la parte central o media de cada una de las mazorcas.

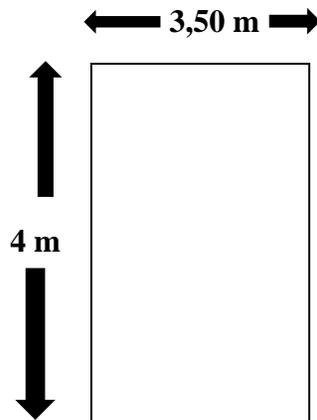
**3.11.7.- Rendimiento (Docenas/Ha).**- Se registró el número total de mazorcas existentes por parcela, y con fines de comercialización se lo llevo a docenas por hectárea.

**Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT**

### 3.12.- DISEÑO DEL EXPERIMENTO EN CAMPO



### **3.13.- DISEÑO DE LA PARCELA O UNIDAD EXPERIMENTAL**



Cada unidad experimental tiene una dimensión de 4 m de largo por 3,50 m de ancho con cinco surcos de los cuales se evaluó un surco escogido al azar.

### **3.14.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos tomados durante todo el ensayo fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente, con lo que se arribaron a los resultados respectivos, las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error el cual fue ajustado al modelo matemático del diseño de bloques completos al azar; para las variables: Altura planta, inserción mazorca, longitud, diámetro y cobertura de mazorca.

### **3.15.- METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO**

#### **3.15.1.- Preparación del Terreno.**

La primera actividad que se realizó para el trabajo investigación en el cultivo de maíz para choclo fue:

- Limpieza del Terreno.- Consistió en sacar las piedras, arbustos, malezas y la limpieza de los accesos de los canales para riego.
- Riego Pre siembra.- Para poder realizar los demás trabajos de preparación del terreno se realizó el primer riego o riego pre siembra, este se lo llevo a cabo por gravedad e inundación.

- Arado.- Esta actividad se la efectuó cuando el suelo se encontraba con una humedad apta para el laboreo (cuando el suelo se encuentra en capacidad de campo), para ello se practicó una técnica utilizando una pala que se introdujo toda la herramienta para sacar muestra y levantar volcándola, si el suelo se encuentra a capacidad de campo, la muestra de suelo extraída no se quedará adherido o pegado a la pala. Realizada esta prueba de campo, se comprobó que el suelo se encontraba a capacidad de campo, se procedió a realizar la actividad de arado con maquinaria agrícola (tractor con arado a disco o cincel) con la finalidad de roturar o romper la tenacidad del suelo, provocar aireación del suelo, volcar la capa superficial para el control de plagas, enfermedades y malezas.
- Rastreado.- Posteriormente a la anterior actividad y con la finalidad de que el suelo se encuentre bien mullido se efectuó la actividad del rastreado con maquinaria agrícola.

### **3.15.2.- Insumos.-**

Para la ejecución del presente trabajo del cultivo de maíz para choclo, se adquirió los siguientes insumos:

- Semilla de maíz de las cinco variedades a ensayar
- Fertilizantes químicos (18-46-00 y urea al 46%)
- Pesticidas (herbicida específico para hoja ancha, insecticida para el control de plagas (gusano cogollero).

### **3.15.3.- Siembra.-**

Preparado el terreno, adquiridos los insumos, se prosiguió a continuar con la actividad de la siembra, para esta actividad se realizó los siguientes trabajos:

- Se realizó el trazado y estaqueado de los bloques y parcelas del ensayo en base al croquis establecido, para lo cual se utilizó una wincha métrica con la cual se realizó el triángulo 3-4-5 m para cuadrar las parcelas.

- Surcado de las líneas.- esta actividad se la realizo con un tractor agrícola para cada unidad experimental que son: 5 surcos a 0,70 m de distancia entre surco y de 4 m de largo y 3,50 m de ancho cada surco.
- Fertilizado.- se incorporó el fertilizante químico el fosfato di amónico 18-46-00 de acuerdo al requerimiento del cultivo la incorporación se la realizo a chorro continuo al fondo de cada surco.
- Siembra.- En el presente trabajo se evaluó las cinco variedades como así también las densidad de siembra, para lo cual se colocó 3 semillas por golpe o mata y a diferentes distancias entre matas (0,20 – 0,30 – 0,50 m).
- Tapado de la semilla.- Después del colocado de la semilla en los surcos, se procedió a tapar la semilla para lo cual se efectuó con un tractor agrícola.

**3.15.4.- Labores Culturales.-** Las principales labores culturales que se realizaron para el cultivo de maíz para choclo son:

- Riego.- Riegos de acuerdo al requerimiento del cultivo, evitar punto de marchitez, en este trabajo de investigación no se realizó ningún riego ya que las precipitaciones cubrieron la demanda de agua para el cultivo.
- Raleo.- El raleo se realizó a los 30 días, dejando dos plantas por golpe.
- Aporque.- Se realizó el aporque cuando la planta de maíz alcanzo una altura de aproximadamente 15 a 20 cm de altura y con fines de controlar las malezas, y para favorecer el anclaje de las raíces de sostén y de esta manera evitar el acame de raíz de la planta se efectuó el aporque que se lo ejecuto con un tractor agrícola, también se incorporó nitrógeno (urea 46-00-00) a la dosificación establecida.
- Control de malezas.- Se realizó un control químico, aplicando un herbicida específico para el cultivo de maíz, se usó atrazina (Gesaprin) a una dosificación de 100 gramos para 20 litros de agua.
- Control de plagas y enfermedades.- Se manifestó una plaga con ataques muy leves, gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Para su prevención y control se realizó una sola aplicación de un insecticida específico para dicha plaga

llamado Karate-zeon concentrado, a una dosificación de 5 ml para 20 litros de agua.

### **3.15.5.- Seguimiento al cultivo y toma de datos**

Durante el desarrollo vegetativo se realizó el seguimiento respectivo y se tomaron los siguientes datos:

- Días de floración
- Altura planta
- Altura mazorca

**3.15.6.- Cosecha.-** De acuerdo a los objetivos planteados, la actividad de la cosecha y tomando en cuenta las variedades evaluadas, se lo realizo cuando el cultivo se encuentre en estado lechoso pastoso (choclo), es decir cuando el grano se encontraba turgente y lleno de un líquido azucarado y lechoso listo para la comercialización. Durante la cosecha se tomaron los siguientes datos:

- Cobertura mazorca
- Longitud mazorca
- Diámetro mazorca
- Rendimiento de los tratamientos

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**4.- VARIABLES AGRONÓMICAS ESTUDIADAS**

**4.1.- Número de días a la floración masculina**

**Cuadro N° 1. Datos sobre el Número de días a la floración masculina**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
V1D1	90	90	180,00	90,00
V1D2	90	90	180,00	90,00
V1D3	90	90	180,00	90,00
V2D1	85	85	170,00	85,00
V2D2	85	85	170,00	85,00
V2D3	85	85	170,00	85,00
V3D1	100	100	200,00	100,00
V3D2	100	100	200,00	100,00
V3D3	100	100	200,00	100,00
V4D1	75	75	150,00	75,00
V4D2	75	75	150,00	75,00
V4D3	75	75	150,00	75,00
V5D1	92	92	184,00	92,00
V5D2	92	92	184,00	92,00
V5D3	92	92	184,00	92,00
<b>SUMA</b>	1326	1326	2652,00	<b>88,40</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

Expuesto en el **Cuadro N° 1**, el promedio general del Número de días a la floración fue de 88,4 días; en tanto que en los tratamientos, no se observaron resultados inferiores a los 75 días, ni tampoco a los 100 días después de la siembra.

EMBRAPA (2006), indica que la floración en el maíz ocurre entre los 50 y 65 días después de la siembra.

Claure (2014), afirma que la floración del maíz para choclo variedad algarrobal 108 se produce a los 65 días en siembra de verano para condiciones de chaco, debido a que se

presentan días largos lo que favorece el desarrollo del maíz y los días a floración son más corto que en otros periodos.

Sobre la base de los resultados se indica que la floración de las variedades evaluadas no se desarrolló dentro del parámetro indicado en las bibliografías citadas ya que se realizó la siembra en invierno.

#### 4.1.1.- Número de días a la floración masculina: Variedades y densidades

**Cuadro N° 2. Interacción Variedad/Densidad**

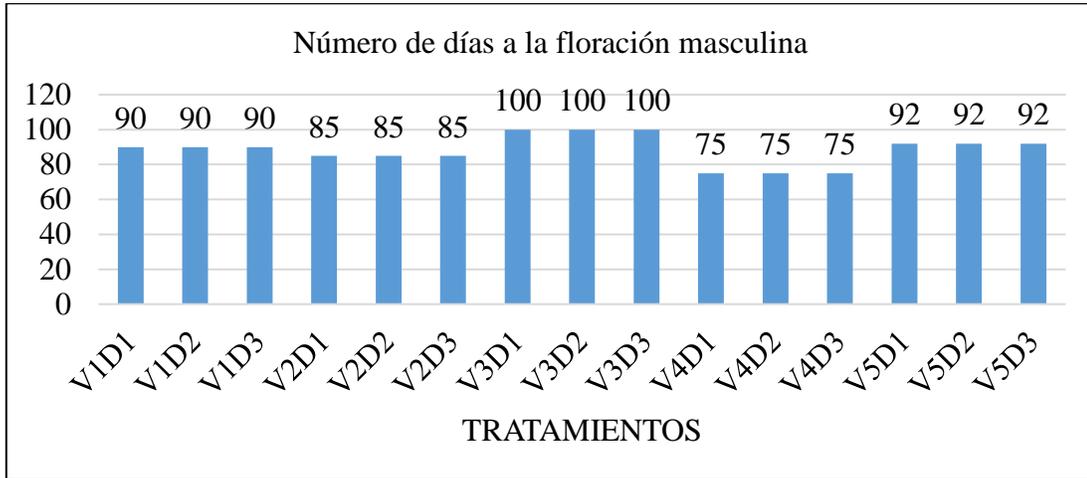
<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	90	90	90	270	<b>90</b>
<b>V2</b>	85	85	85	255	<b>85</b>
<b>V3</b>	100	100	100	300	<b>100</b>
<b>V4</b>	75	75	75	225	<b>75</b>
<b>V5</b>	92	92	92	276	<b>92</b>
<b>TOTAL</b>	442	442	442		
<b>MEDIA</b>	<b>88,4</b>	<b>88,4</b>	<b>88,4</b>		

**Fuente: Elaboración propia 2019**

#### 4.1.2.- Análisis de varianza del Número de días a la floración masculina

El conjunto de datos obtenidos mostrados en el cuadro anterior (N° 1), no presenta una distribución normal, a la que no podría aplicársele un Análisis de varianza, mucho menos una prueba de comparación de medias (Tukey); por lo que se deduce que la simple comparación de los promedios es suficiente para emitir conclusiones respecto al Número de días a la floración masculina.

**Gráfica N° 1. Promedio del Número de días a la floración masculina en los tratamientos**



Observándose en la **Gráfica N° 1**, los tratamientos en los que se utilizó la variedad IBTA Algarrobal 108 se demoró un mayor tiempo a la floración, demostrándose como la variedad más tardía, independientemente de la densidad aplicada; por otro lado la variedad más precoz es la variedad IBTA ERQUIS I, debido a que simplemente su ciclo fue a los 75 días a la floración, demostrado ser la variedad con mayor precocidad entre las variedades estudiadas, y de manera similar que en la variedad Algarrobal 108, la densidad no se manifestó determinante sobre el Número de días a la floración.

**4.2.- Número de días a la floración femenina**

**Cuadro N° 3. Datos sobre el Número de días a la floración femenina**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
V1D1	94	94	188,00	94,00
V1D2	94	94	188,00	94,00
V1D3	94	94	188,00	94,00
V2D1	92	92	184,00	92,00
V2D2	92	92	184,00	92,00
V2D3	92	92	184,00	92,00
V3D1	116	116	232,00	116,00
V3D2	116	116	232,00	116,00

<b>V3D3</b>	116	116	232,00	116,00
<b>V4D1</b>	85	85	170,00	85,00
<b>V4D2</b>	85	85	170,00	85,00
<b>V4D3</b>	85	85	170,00	85,00
<b>V5D1</b>	95	95	190,00	95,00
<b>V5D2</b>	95	95	190,00	95,00
<b>V5D3</b>	95	95	190,00	95,00
<b>SUMA</b>	95	95	2892,00	<b>96,40</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

Mostrado en el **Cuadro N° 3**, el promedio general del Número de días a la floración femenina fue de 96,40 días; en tanto que en los tratamientos, no se observaron resultados inferiores a los 85 días, ni tampoco a los 116 días después de la siembra.

#### **4.2.1.- Número de días a la floración femenina: Variedades y densidades**

##### **Cuadro N° 4. Interacción Variedad/Densidad**

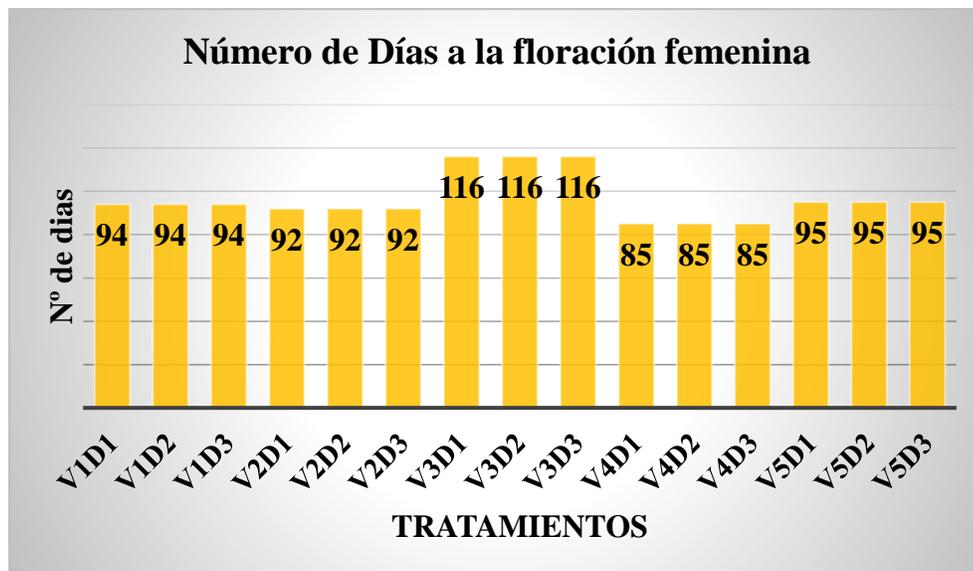
<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	188	188	188	<b>564</b>	<b>94</b>
<b>V2</b>	184	184	184	<b>552</b>	<b>92</b>
<b>V3</b>	232	232	232	<b>696</b>	<b>116</b>
<b>V4</b>	170	170	170	<b>510</b>	<b>85</b>
<b>V5</b>	190	190	190	<b>570</b>	<b>95</b>
<b>TOTAL</b>	<b>964</b>	<b>964</b>	<b>964</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>96,4</b>	<b>96,4</b>	<b>96,4</b>		

**Fuente: Elaboración propia 2019**

#### **4.2.2.- Análisis de varianza del Número de días a la floración femenina**

El conjunto de datos obtenidos mostrados en el cuadro anterior (**N° 3**), no presenta una distribución normal, a la que no podría aplicársele un Análisis de varianza, mucho menos una prueba de comparación de medias (Tukey); por lo que se deduce que la simple comparación de los promedios es suficiente para emitir conclusiones respecto al Número de días a la floración femenina.

**Gráfica N° 2. Promedio del Número de días a la floración femenina en los tratamientos**



Como se muestra en la **Gráfica N° 2**, los tratamientos de la variedad IBTA Algarrobal 108 tardó un mayor tiempo para llegar a la floración femenina, siendo así la variedad más tardía, independientemente de la densidad aplicada; por otro lado la variedad más precoz es la variedad IBTA ERQUIS I, debido a que simplemente se tardó 75 días a la floración, demostrado ser la variedad con mayor precocidad entre las variedades estudiadas, y de manera similar que en la variedad IBTA Algarrobal 108, la densidad no se manifestó determinante sobre el Número de días a la floración

#### **4.3.- Altura de plantas**

**Cuadro N° 5. Datos sobre la Altura de las plantas**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
<b>V1D1</b>	2,45	2,56	5,01	2,51
<b>V1D2</b>	2,68	2,68	5,36	2,68
<b>V1D3</b>	2,63	2,72	5,35	2,68
<b>V2D1</b>	2,44	2,48	4,92	2,46
<b>V2D2</b>	2,53	2,61	5,14	2,57

<b>V2D3</b>	2,52	2,74	5,26	2,63
<b>V3D1</b>	2,87	2,85	5,72	2,86
<b>V3D2</b>	2,90	2,88	5,78	2,89
<b>V3D3</b>	2,60	2,90	5,50	2,75
<b>V4D1</b>	2,28	2,59	4,87	2,44
<b>V4D2</b>	2,53	2,55	5,08	2,54
<b>V4D3</b>	2,47	2,56	5,03	2,52
<b>V5D1</b>	2,60	2,60	5,20	2,60
<b>V5D2</b>	2,74	2,61	5,35	2,68
<b>V5D3</b>	2,90	2,74	5,64	2,82
<b>SUMA</b>	39,14	40,07	79,21	<b>2,64</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

Observando en el **cuadro N° 5**, la altura promedio general fue de 2,64 metros, el tratamiento V3D2 variedad IBTA algarrobal 108 a una distancia de pl/pl a 0,30 metros obtuvo la mayor altura con un promedio de 2,89 metros, y el tratamiento que presento una menor altura fue el tratamiento V4D1 variedad IBTA ERQUIS I a una distancia de pl/pl a 0,20 metros con un promedio de 2,44 metros.

Al respecto, el INTA (2008), menciona que el maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 4 m de altura (lo normal son 2 a 2,50 m). Muy fuerte, su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

En base a la bibliografía consultada, con el presente trabajo se determina que el cultivo se desarrolló en el parámetro de (2,46 a 2,70 m), a excepción del tratamiento Algarrobal 108 que alcanzó una altura promedio de 2,89m.

#### **4.3.1.- Altura de plantas: Variedades y densidades**

**Cuadro N° 6. Interacción Variedad/Densidad: Altura de Planta**

<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	5,01	5,36	5,35	<b>15,72</b>	<b>2,62</b>
<b>V2</b>	4,92	5,14	5,26	<b>15,32</b>	<b>2,55</b>
<b>V3</b>	5,72	5,78	5,5	<b>17</b>	<b>2,83</b>

<b>V4</b>	4,87	5,08	5,03	<b>14,98</b>	<b>2,50</b>
<b>V5</b>	5,20	5,35	5,64	<b>16,19</b>	<b>2,70</b>
<b>TOTAL</b>	<b>25,72</b>	<b>26,71</b>	<b>26,78</b>	<b>79,21</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>2,57</b>	<b>2,67</b>	<b>2,68</b>		

**Fuente: Elaboración propia 2019**

#### **4.3.2.- Análisis de varianza de la altura de plantas**

**Cuadro N° 7. Anova: Altura de plantas al 5% y 1% de probabilidad de error**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
					<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>TOTAL</b>	29	0,73				
<b>TRATAMIENTOS</b>	14	0,57	0,04	<b>4,43**</b>	<b>2,49</b>	<b>3,71</b>
<b>BLOQUES</b>	1	0,03	0,03	<b>3,14<sup>NS</sup></b>	<b>4,6</b>	<b>8,86</b>
<b>ERROR</b>	14	0,13	0,01			
<b>FACTOR VARIEDAD (V)</b>	4	0,42	0,10	<b>11,32**</b>	<b>3,11</b>	<b>5,03</b>
<b>FACTOR DENSIDAD (D)</b>	2	0,07	0,04	<b>3,83*</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
<b>INTERACCIÓN V/D</b>	8	0,08	0,01	<b>1,13<sup>NS</sup></b>	<b>2,7</b>	<b>4,14</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

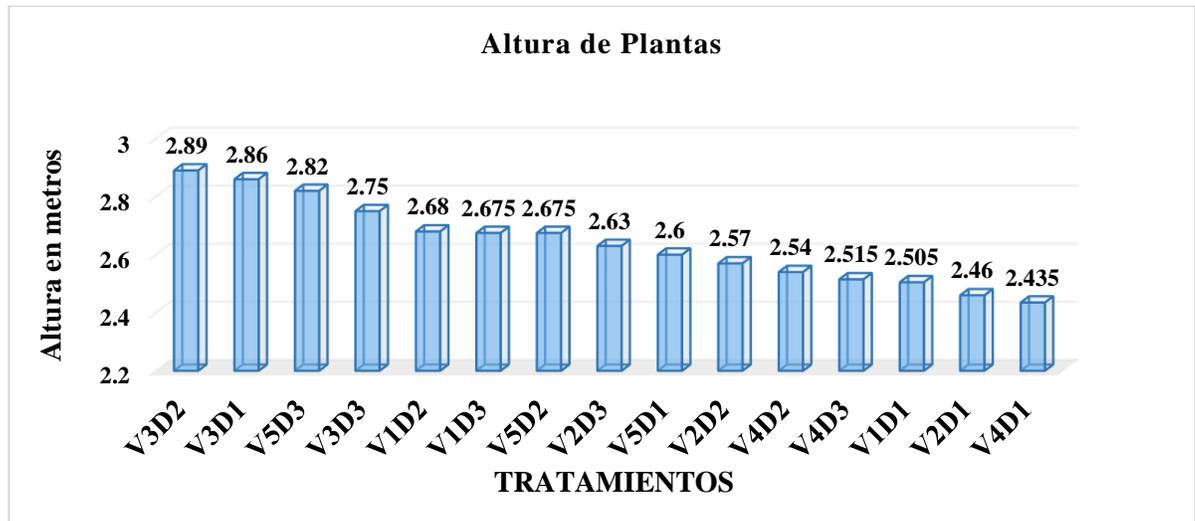
El análisis de varianza expuesto en el **cuadro N° 7** muestra que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas, de manera similar en el factor variedad las diferencias también son considerables estadísticamente al 5% y 1% de probabilidad de error; en el caso del factor densidad las diferencias entre sus niveles es significativa simplemente al 5% de probabilidad de error.

Los bloques no mostraron variación estadística (**Cuadro N° 7**), por lo que podría considerarse que el suelo del área de estudio fue uniforme, esto se corrobora con un porcentaje de variación del 3,63%, que a nivel estadístico es despreciable.

La interacción entre los factores no es significativa al 5% ni al 1% de probabilidad de error, por lo que podemos deducir que los factores actúan de manera independiente sobre la altura de plantas de maíz.

### 4.3.3.- Altura de plantas: Comparación de promedios por Tukey

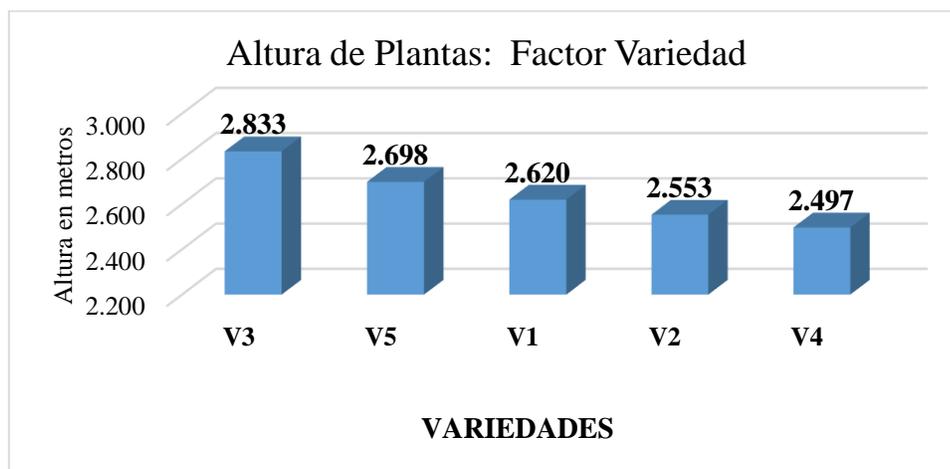
Gráfica N° 3. Prueba de Tukey de la Altura de plantas



a	a	ab	b	b										
<b>TUKEY 5% = 0,39</b>														

En la **gráfica N° 3**, se observa claramente que los tratamientos V3D2, V3D1, V5D3, V3D3, V1D2, V1D3, V5D2, V2D3, V5D1, V2D2, V4D2, V4D3, V1D1 son los que ofrecieron una mayor altura según Tukey al 5% de probabilidad de error, establecidos en el primer rango de significación. Los tratamientos V3D2 y V3D1 ofrecieron la mayor altura según Tukey al 5%, los tratamientos V2D1 y V4D1 se hallan ubicados en el segundo rango de significancia, siendo estos los tratamientos con menores promedios respecto a la Altura de plantas; por otro parte hubieron los tratamientos V5D3, V3D3, V1D2, V1D3, V5D2, V2D3, V5D1, V2D2, V4D2, V4D3, V1D1 que no presentan diferencias con los tratamientos del segundo rango de significación; los tratamientos V1D1, V2D1, V4D1 llegaron a coincidir con la misma densidad de 0,20 m, pero con variaciones en las medidas.

**Gráfica N° 4. Prueba de Tukey para las variedades: Altura de Plantas**



a	ab	bc	bc	c
<b>TUKEY 5% = 0,17</b>				

En la **Gráfica N° 4**, se puede observar que los tratamientos que presentaron un mayor promedio en altura fueron la variedad IBTA Algarrobal 108 (**V3**) con 2,833 m y la variedad Pairumani Aychazara 101 (**V5**) con 2,698 m dichas variedades se encuentran el primer rango de significación, la variedad IBTA ERQUIS I (**V4**) presento un menor promedio en altura con 2,497 m, ubicándose en el tercer rango de significación.

#### 4.4.- Altura de inserción de mazorca

**Cuadro N° 8. Datos Altura de inserción de mazorca de las cinco variedades**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
<b>V1D1</b>	1,21	1,47	2,68	1,34
<b>V1D2</b>	1,33	1,35	2,68	1,34
<b>V1D3</b>	1,41	1,41	2,82	1,41
<b>V2D1</b>	1,48	1,4	2,88	1,44
<b>V2D2</b>	1,4	1,42	2,82	1,41
<b>V2D3</b>	1,38	1,39	2,77	1,39
<b>V3D1</b>	1,3	1,35	2,65	1,33
<b>V3D2</b>	1,40	1,42	2,82	1,41

<b>V3D3</b>	1,45	1,48	2,93	1,47
<b>V4D1</b>	1,38	1,49	2,87	1,44
<b>V4D2</b>	1,35	1,59	2,94	1,47
<b>V4D3</b>	1,3	1,5	2,8	1,40
<b>V5D1</b>	1,58	1,50	3,08	1,54
<b>V5D2</b>	1,71	1,62	3,33	1,67
<b>V5D3</b>	1,50	1,73	3,23	1,62
<b>SUMA</b>	21,18	22,12	43,3	<b>1,45</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

Como se presenta en el **Cuadro N° 8**, el tratamiento con mayor altura de inserción de mazorca fue V5D2 (Pairumani Aychazara 101, con una distancia de pl/pl de 0,30m) con 1,67 metros, y el tratamiento V3D1 (variedad IBTA algarrobal 108 con distancia 0,20 metros de pl/pl) mostro una menor altura de inserción mazorca con un promedio de 1,33 metros; la altura de inserción mazorca promedio general es de 1,45 metros.

Según Celíz y Duarte (2010), la altura de inserción de la mazorca está en dependencia directa de la altura de la planta; y es un factor íntimamente relacionado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas a la altura media de la planta, tendrá los mejores rendimientos.

Esta variable indica que las plantas con menor inserción de mazorca resultan mejores al tener directa relación con la facilidad de cosechar, y por lo tanto menor costo de mano de obra y menor población de plantas con acame.

#### **4.4.1.- Altura de inserción mazorca: Variedades y Densidades**

**Cuadro N° 9. Interacción Variedad/Densidad: Altura de inserción de mazorca**

<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	2,68	2,68	2,82	<b>8,18</b>	<b>1,36</b>
<b>V2</b>	2,88	2,82	2,77	<b>8,47</b>	<b>1,41</b>
<b>V3</b>	2,65	2,82	2,93	<b>8,4</b>	<b>1,40</b>
<b>V4</b>	2,87	2,94	2,8	<b>8,61</b>	<b>1,44</b>
<b>V5</b>	3,08	3,33	3,23	<b>9,64</b>	<b>1,61</b>
<b>TOTAL</b>	<b>14,16</b>	<b>14,59</b>	<b>14,55</b>	<b>43,3</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>1,416</b>	<b>1,459</b>	<b>1,455</b>		

#### 4.4.2.- Análisis de Varianza Altura de inserción de mazorca

**Cuadro N° 10. Anova: Altura de inserción de mazorca al 5% y 1% de probabilidad de error**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	29	0,39				
<b>TRATAMIENTO</b>	14	0,27	0,02	2,71*	2,49	3,71
<b>BLOQUES</b>	1	0,03	0,03	4,19 <sup>NS</sup>	4,6	8,86
<b>ERROR</b>	14	0,10	0,01			
<b>FACTOR VARIEDAD</b>	4	0,22	0,05	7,69**	3,11	5,03
<b>FACTOR DENSIDAD</b>	2	0,01	0,01	0,80 <sup>NS</sup>	3,74	6,51
<b>INTERACCIÓN V/D</b>	8	0,04	0,00	0,69 <sup>NS</sup>	2,7	4,14

**Fuente: Elaboración propia 2019**

El análisis de varianza expuesto en el **Cuadro N° 10** muestra que la diferencia entre tratamientos es significativa solo al 5% de probabilidad de error, en el caso del factor variedad la diferencia es altamente significativa al 5% y al 1% de probabilidad de error.

En los bloques no se presentó variación estadística (**Cuadro N° 10**), y se puede especular que hubo un buen manejo de dicha superficie, esto se revalida con un Coeficiente de variación del 5,78%, que a nivel estadístico es bajo.

No se manifestó diferencia significativa al 5% ni al 1% de probabilidad de error en la interacción entre los factores variedad/densidad, los factores tiene influencia sobre la altura de inserción de las mazorcas en las plantas de manera aislada.

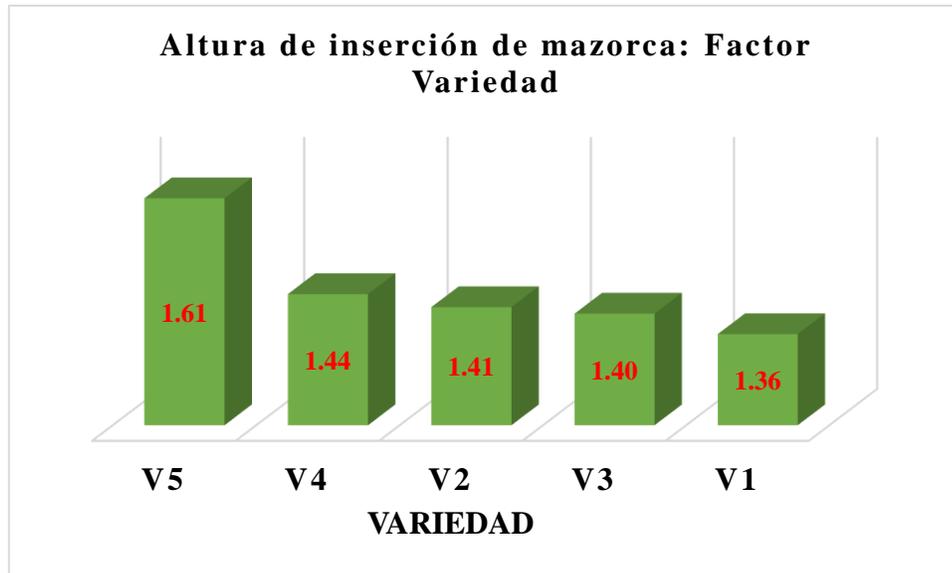
**4.4.3.- Altura de inserción de mazorcas: Comparación de promedios por Tukey**  
**Gráfica N° 5. Prueba de Tukey al 5% de significancia de Altura de inserción de mazorca**



a	a	ab	b												
<b>TUKEY 5% = 0,34</b>															

En la **Gráfica N°5** se puede apreciar que los dos tratamientos con un mejor promedio de altura de inserción de mazorcas, son V5D2 y V5D3, el primero con 1,67 m y el segundo con 1,62 m que se encuentran en el primer rango de significación, el tratamiento que presento el menor promedio de altura de inserción mazorca fue el V3D1 con 1,33 m, dicho tratamiento está ubicado en el segundo rango de significancia.

**4.4.4.- Altura de inserción de mazorca: Comparación de promedios por Tukey**  
**Gráfica N° 6. Prueba de Tukey para las variedades: Altura de Inserción de mazorca**



a	b	b	b	b
TUKEY 5% = 0,15				

En la siguiente **Gráfica N° 6** observamos que la variedad Pairumani Aychazara 101 (V5) presento la mayor altura de inserción mazorca con un promedio de 1,61 m, la cual está en el primer rango de significación; la variedad INIAF CHOCLERO BLANCO (V1) obtuvo el promedio más bajo de 1,36 m de altura inserción de mazorca.

**4.5- Cobertura de mazorca**

**Cuadro N° 11. Datos Cobertura de mazorca de las cinco variedades**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
V1D1	2	2	4	2
V1D2	1	1	2	1
V1D3	1	1	2	1
V2D1	2	1	3	1,5
V2D2	1	1	2	1

<b>V2D3</b>	1	1	2	<b>1</b>
<b>V3D1</b>	2	2	4	<b>2</b>
<b>V3D2</b>	1	1	2	<b>1</b>
<b>V3D3</b>	1	2	3	<b>1,5</b>
<b>V4D1</b>	2	2	4	<b>2</b>
<b>V4D2</b>	2	2	4	<b>2</b>
<b>V4D3</b>	1	1	2	<b>1</b>
<b>V5D1</b>	2	2	4	<b>2</b>
<b>V5D2</b>	2	1	3	<b>1,50</b>
<b>V5D3</b>	1	2	3	<b>1,5</b>
<b>SUMA</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>1,47</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

En dicho **Cuadro N° 11** podemos observar que los tratamientos V1D2, V1D3, V2D2, V2D3, V3D2, V4D3, tienen un promedio cobertura mazorca igual a 1, en tanto los tratamientos V2D1, V3D3, V5D2 y V5D3 cuentan con un promedio de 1,50, y los dos tratamiento que presentaron un promedio un poco más elevado que los demás fueron el V4D1 y V4D2.

#### **4.5.1.- Cobertura de mazorca Variedad/Densidad**

**Cuadro N° 12. Interacción Variedad/Densidad: Cobertura de mazorca**

<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	4	2	2	<b>8</b>	<b>1,33</b>
<b>V2</b>	3	2	2	<b>7</b>	<b>1,17</b>
<b>V3</b>	4	2	3	<b>9</b>	<b>1,50</b>
<b>V4</b>	4	4	2	<b>10</b>	<b>1,67</b>
<b>V5</b>	4	3	3	<b>10</b>	<b>1,67</b>
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>44</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>1,9</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>		

**Fuente: Elaboración propia 2019**

#### 4.5.2.- Análisis de Varianza: Cobertura de mazorca

**Cuadro N° 13. Anova: Cobertura de mazorca al 5% y 1% de probabilidad de error**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	29	7,47	0,26			
<b>TRATAMIENTO</b>	14	5,47	0,39	2,73*	2,49	3,71
<b>BLOQUES</b>	1	0,00	0,00	0,00 <sup>NS</sup>	4,6	8,86
<b>ERROR</b>	14	2,00	0,14			
<b>FACTOR VARIEDAD</b>	4	1,13	0,28	1,98 <sup>NS</sup>	3,11	5,03
<b>FACTOR DENSIDAD</b>	2	2,87	1,43	10,03**	3,74	6,51
<b>INTERACCIÓN V/D</b>	8	1,47	0,18	1,28 <sup>NS</sup>	2,7	4,14

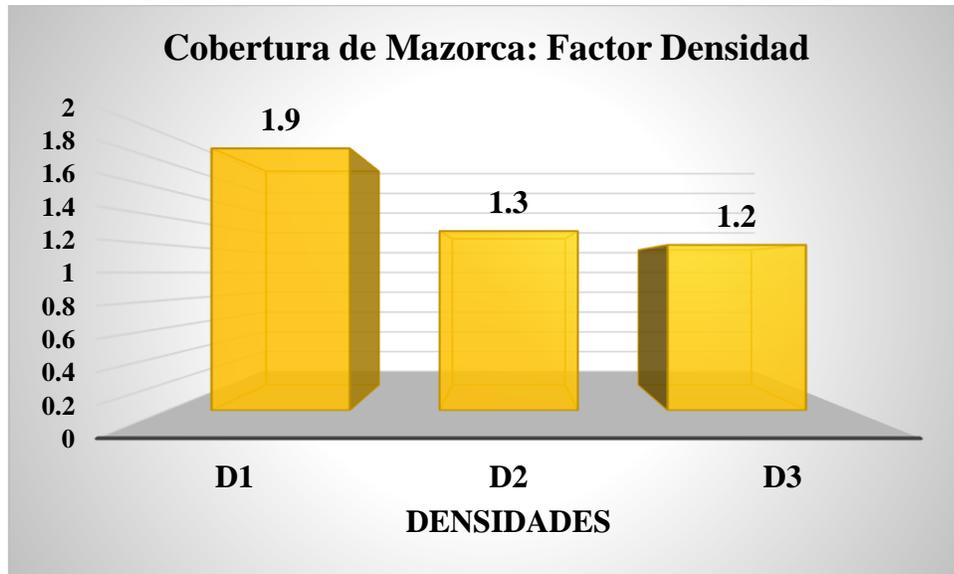
**Fuente: Elaboración propia 2019**

En el **Cuadro N°13** el análisis de varianza indica que en los tratamientos existen diferencias significativas sólo al 5% de probabilidad de error, en el caso del factor densidad las diferencias son altamente significativas tanto al 5% como al 1% de probabilidad de error, se puede especular que el factor densidad influye en la cobertura mazorca; en el factor variedad no existen diferencias significativas, por lo que se puede considerar que dicho factor no tiene influencia sobre la cobertura de la mazorca.

En la interacción variedad / densidad no existen diferencias significativas ni al 5% ni al 1% de probabilidad de error, con lo que se puede concluir que dichos factores no tienen influencia sobre la cobertura de mazorca.

#### 4.5.3.- Cobertura mazorca: Comparación de promedios por Tukey

Gráfica N° 7. Prueba de Tukey para las variedades: Cobertura de mazorca



a	b	b
TUKEY 5% = 0,44		

Como podemos observar en la **Gráfica N° 7** en la densidad 1 (**D1**) podemos notar que tuvo el mayor promedio de cobertura mazorca con 1,9 dicho dato evaluado en una escala de 1 a 5 donde uno corresponde a mazorcas con una cobertura excelente y el valor de 5 corresponde a las mazorcas expuestas (**CIMMYT**), por lo que el dato 1,9 pone a las mazorcas con una cobertura buena, en tanto la densidad tres (**D3**) obtuvo un valor promedio de 1,2 así obteniendo mazorcas con mejor calidad de cobertura mazorca.

#### 4.6.- Longitud de Mazorcas

**Cuadro N° 14. Datos Longitud de mazorcas**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
V1D1	22	22	44	<b>22,00</b>
V1D2	25	21	46	<b>23,00</b>
V1D3	33	32	65	<b>32,50</b>
V2D1	20	22	42	<b>21,00</b>
V2D2	24	25	49	<b>24,50</b>
V2D3	32	30	62	<b>31,00</b>
V3D1	18	20	38	<b>19,00</b>
V3D2	26	25	51	<b>25,50</b>
V3D3	32	29	61,00	<b>30,50</b>
V4D1	11	12	23	<b>11,50</b>
V4D2	15	11	26	<b>13,00</b>
V4D3	18	17	35	<b>17,50</b>
V5D1	17	16	33,00	<b>16,50</b>
V5D2	14	18	32	<b>16,00</b>
V5D3	24,00	23	47	<b>23,50</b>
<b>SUMA</b>	331	323	654	<b>21,79</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

El siguiente **Cuadro N° 14** demuestra a los tres mejores tratamientos que son los siguientes V1D3 con 23,50 cm, V2D3 con 31 cm y V3D3 con 30.5 cm de longitud de mazorca, y los dos tratamientos que presentaron el menor promedio fueron V4D2 a una distancia de 0,30 m con una longitud de 13 cm y V4D1 a una distancia de 0,20 m con una longitud promedio de 11,5 cm.

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

#### 4.6.1.- Longitud de mazorca Variedad/Densidad

**Cuadro N° 15. Interacción Variedad/Densidad Longitud de mazorcas**

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	44	46	65	155	<b>25,83</b>
V2	42	49	62	153	<b>25,50</b>
V3	38	51	61	150	<b>25,00</b>
V4	23	26	35	84	<b>14,00</b>
V5	33	32	47	112	<b>18,67</b>
<b>TOTAL</b>	180	204	270	<b>654</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>18</b>	<b>20,4</b>	<b>27</b>		

Fuente: Elaboración propia 2019

#### 4.6.2.- Análisis de Varianza Longitud de mazorcas

**Cuadro N° 16. Anova: Longitud de mazorca al 5% y 1% de probabilidad de error**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	29	1182,80				
<b>TRATAMIENTO</b>	14	1144,80	81,77	31,92**	2,49	3,71
<b>BLOQUES</b>	1	2,13	2,13	0,83 <sup>NS</sup>	4,6	8,86
<b>ERROR</b>	14	35,87	2,56			
<b>FACTOR VARIEDAD</b>	4	665,13	166,28	64,91**	3,11	5,03
<b>FACTOR DENSIDAD</b>	2	434,40	217,20	84,78**	3,74	6,51
<b>INTERACCIÓN V/D</b>	8	45,27	5,66	2,21 <sup>NS</sup>	2,70	4,14

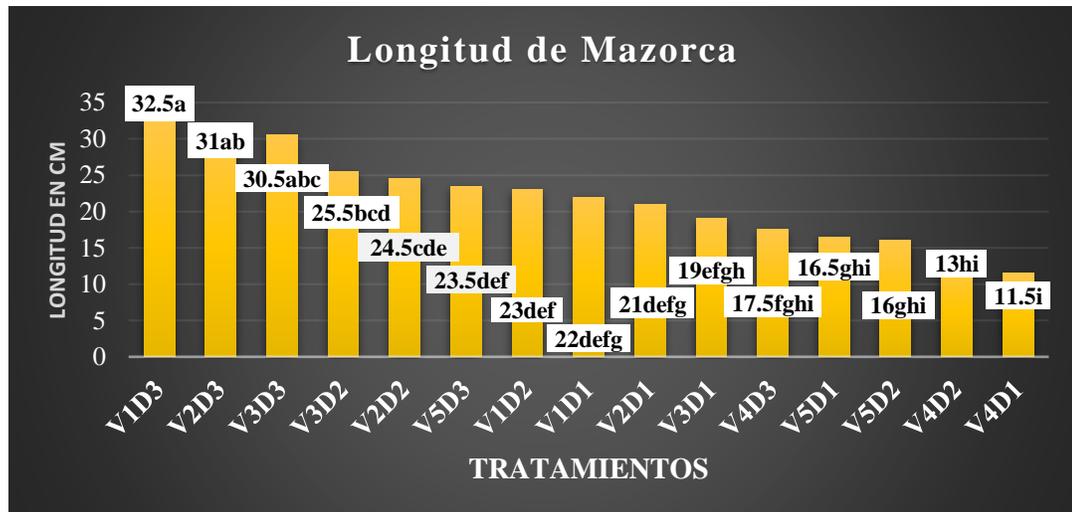
Fuente: Elaboración propia 2019

En el presente **Cuadro N° 16** se puede apreciar que dicho análisis de varianza muestra que existe una diferencia altamente significativa en los tratamientos al 5% y al 1% de probabilidad de error, de manera similar en el factor variedad las diferencias también son considerables estadísticamente al 5% y 1% de probabilidad de error; en el caso del factor densidad y el factor variedad las diferencias entre sus niveles es altamente significativa tanto al 5% como al 1% de probabilidad de error.

Los bloques no mostraron variación estadística (**Cuadro N° 16**), la interacción entre los factores no es significativa al 5% ni al 1% de probabilidad de error, por lo que podemos deducir que los factores no influyen sobre la longitud de la mazorca.

#### 4.6.3.- Longitud de mazorca: Comparación de promedios por Tukey

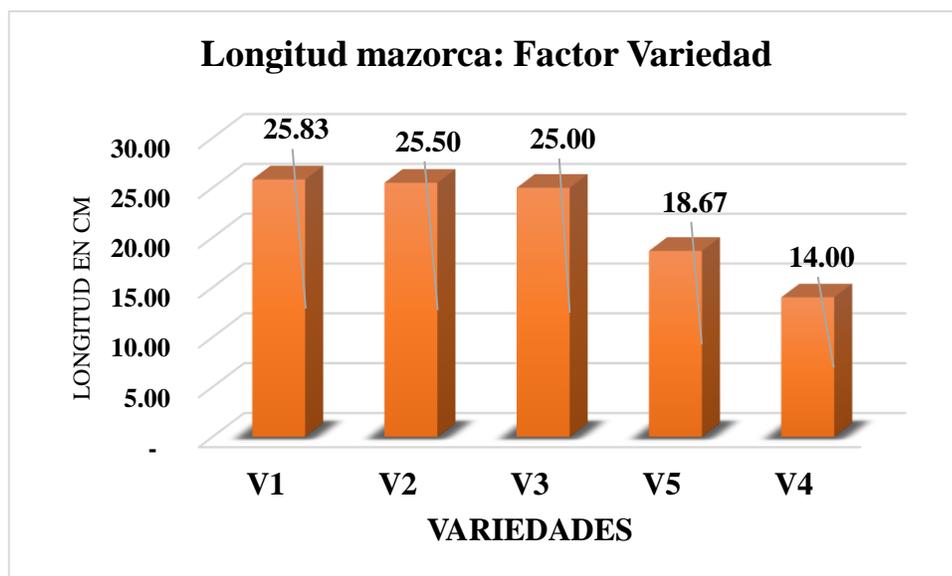
**Gráfica N° 8. Prueba de Tukey al 5% de significancia de longitud de mazorca**



**TUKEY 5% = 6,46**

Según la prueba de Tukey (**Gráfica N° 8**), los mejores tratamientos son V1D3, V2D3 y V3D3 establecidos en el primer intervalo de significación denotado con la letra “a”; y los tratamientos con menores promedios acomodados en el intervalo de significación “i” son los tratamientos V4D3, V5D1, V5D2, V4D2 y V4D1.

**Gráfica N° 9. Prueba de Tukey para las variedades: Longitud de mazorca**

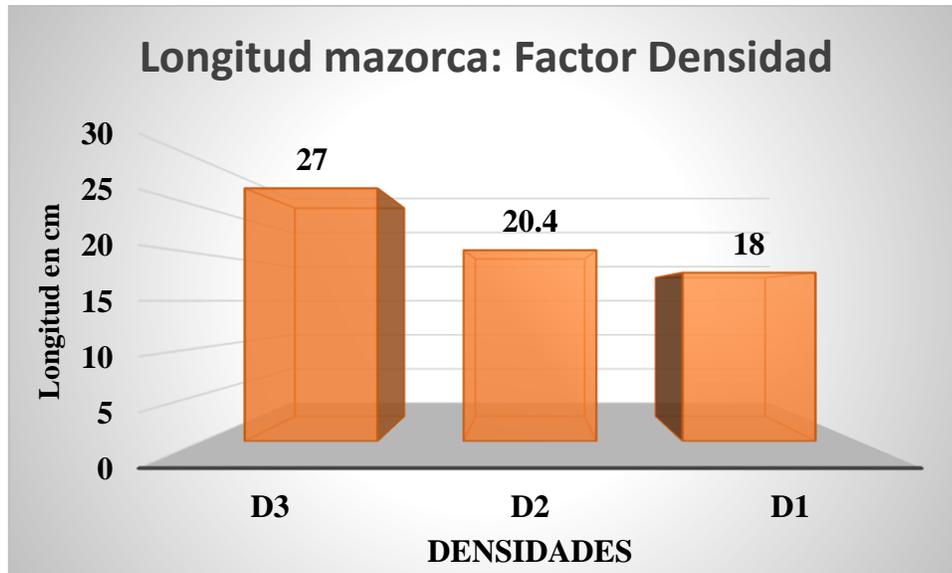


a	a	a	b	c
TUKEY 5% = 2,88				

En la **Gráfica N° 9** podemos divisar que las variedades con los mejores promedios de longitud de mazorca son: V1 INIAF CHOCLERO BLANCO con 25,83 cm, V2 INIAF CHOCLERO AMARILLO con 25,50 cm y V3 IBTA Algarrobal 108 con 25 cm, dichas variedades se encuentran en el primer rango de significancia; la variedad V5 Pairumani Aychazara 101 que se encuentra en el segundo rango de significancia tiene un promedio de longitud de 18,67 cm y por último la variedad que presentó una menor longitud de mazorca es la variedad V4 IBTA ERQUIS I con 14 cm poniéndola en el último rango de significancia.

**4.6.4.- Longitud mazorca: Comparación de promedios por Tukey**

**Gráfica N° 10. Prueba de Tukey para las Densidades: Longitud de mazorca**



<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
<b>TUKEY 5% = 1,87</b>		

De acuerdo a la **Gráfica N° 10** se observa que la densidad tres (D3 = 0,50 m) presento el mayor promedio de longitud de mazorca con 27 cm, la densidad dos (D2 = 0,30 m) tiene un promedio de 20,4 cm y por último la densidad que obtuvo el menor promedio fue la densidad uno (D1 = 0,20 m) con 18 cm, así demostrando que D3 se encuentra en el primer rango de significancia, D2 en el segundo y D1 en el último rango de significancia.

**4.7.- Diámetro de mazorca**

**Cuadro N° 17. Datos Diámetro de mazorcas**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
<b>V1D1</b>	6,37	5,73	12,10	6,05
<b>V1D2</b>	6,37	6,05	12,41	6,21
<b>V1D3</b>	7,32	7,00	14,32	7,16

<b>V2D1</b>	4,77	6,05	10,82	5,41
<b>V2D2</b>	5,09	5,73	10,82	5,41
<b>V2D3</b>	6,05	6,37	12,41	6,21
<b>V3D1</b>	7,00	6,37	13,37	6,68
<b>V3D2</b>	7,96	4,32	12,28	6,14
<b>V3D3</b>	7,64	6,68	14,32	7,16
<b>V4D1</b>	5,41	6,05	11,46	5,73
<b>V4D2</b>	7,00	5,41	12,41	6,21
<b>V4D3</b>	7,96	7,64	15,60	7,80
<b>V5D1</b>	5,41	5,73	11,14	5,57
<b>V5D2</b>	6,37	5,41	11,78	5,89
<b>V5D3</b>	6,05	6,05	12,10	6,05
<b>SUMA</b>	<b>97</b>	<b>91</b>	<b>187,35</b>	<b>6,24</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

En el presente **Cuadro N° 17** se puede examinar que el tratamiento con mayor diámetro de mazorca es el V4D3 con un promedio de 7,80 cm, los dos tratamientos con un promedio alto son los siguientes: V1D3 y V3D3 con 7,16 cm ambos, y los dos tratamientos con el menor promedio son V2D1 y V2D2 con 5,41 cm.

#### **4.7.1.- Diámetro de mazorca Variedad/Densidad**

**Cuadro N° 18. Interacción Variedad/Densidad Diámetro de mazorca**

<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	12,10	12,41	14,32	38,83	<b>6,47</b>
<b>V2</b>	10,82	10,82	12,41	34,06	<b>5,68</b>
<b>V3</b>	13,37	12,28	14,32	39,97	<b>6,66</b>
<b>V4</b>	11,46	12,41	15,60	39,47	<b>6,58</b>
<b>V5</b>	11,14	11,78	12,10	35,01	<b>5,84</b>
<b>TOTAL</b>	58,89	59,71	68,75	<b>187,35</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>5,89</b>	<b>5,97</b>	<b>6,88</b>		

**Fuente: Elaboración propia 2019**

#### 4.7.2.- Análisis de Varianza Diámetro mazorca

**Cuadro N° 19. Anova: Diámetro de mazorca al 5% y 1% de probabilidad de error**

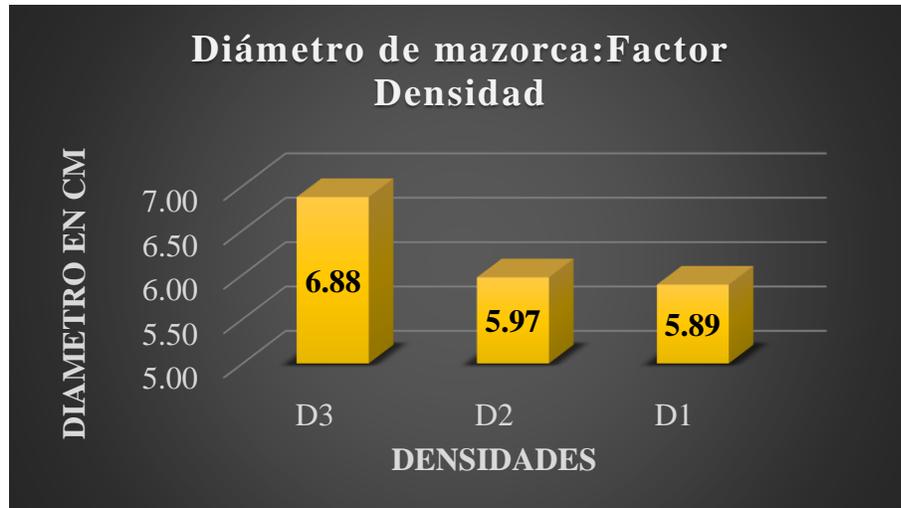
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	29	23,90				
<b>TRATAMIENTO</b>	14	13,24	0,95	1,41 <sup>NS</sup>	2,49	3,71
<b>BLOQUES</b>	1	1,27	1,27	1,90 <sup>NS</sup>	4,6	8,86
<b>ERROR</b>	14	9,39	0,67			
<b>FACTOR VARIEDAD</b>	4	4,96	1,24	1,85 <sup>NS</sup>	3,11	5,03
<b>FACTOR DENSIDAD</b>	2	6,00	3,00	4,47*	3,74	6,51
<b>INTERACCIÓN V/D</b>	8	2,28	0,28	0,42 <sup>NS</sup>	2,7	4,14

**Fuente: Elaboración propia 2019**

Con respecto al ANOVA (**Cuadro N° 19**) se observa que entre tratamientos no existe diferencia significativa ni al 5% ni al 1% de probabilidad de error, de la misma manera entre bloques y el factor variedad no existen diferencias significativas, la interacción entre los factores no presenta tampoco significancia al 5% ni al 1% de probabilidad de error, ya en el factor densidad si existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de error.

#### 4.7.3.- Diámetro mazorca: Comparación de promedios por Tukey

Gráfica N° 11. Prueba de Tukey al 5% de significancia de Diámetro de mazorca



a	ab	b
<b>TUKEY 5% = 0,97</b>		

En la siguiente **Gráfica N° 11** se puede divisar que D3 y D2 se encuentran en el primer rango de significancia, la densidad con el mayor promedio es D3 que es igual a 0,50 m, donde se obtuvo un promedio de 6,88 cm de diámetro mazorca, D2 igual a 0,30 m con 5,97 cm, y por último D3 equivalente a 0,50 m se encuentra en el segundo rango de significancia es el promedio más bajo con 5,89 m de diámetro mazorca.

#### 4.8.- Rendimientos en Docenas por Hectárea

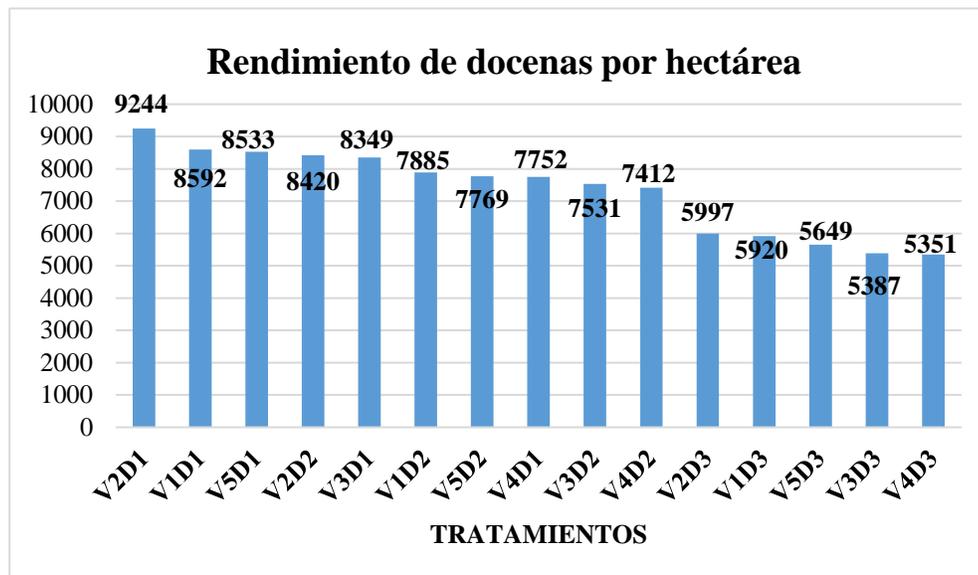
Cuadro N° 20. Datos de campo: rendimientos en docenas por hectárea

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
<b>V1D1</b>	8571	8613	17183,93	8591,96
<b>V1D2</b>	7830	7940	15770,83	7885,42
<b>V1D3</b>	5881	5958	11839,29	5919,64
<b>V2D1</b>	9243	9245	18487,59	9243,79
<b>V2D2</b>	8351	8488	16839,29	8419,64

<b>V2D3</b>	6036	5958	11994,05	5997,02
<b>V3D1</b>	8342	8357	16698,81	8349,40
<b>V3D2</b>	7533	7530	15062,50	7531,25
<b>V3D3</b>	5357	5417	10773,81	5386,90
<b>V4D1</b>	7813	7692	15504,17	7752,08
<b>V4D2</b>	7295	7530	14824,40	7412,20
<b>V4D3</b>	5208	5494	10702,38	5351,19
<b>V5D1</b>	8673	8393	17065,48	8532,74
<b>V5D2</b>	7667	7872	15538,69	7769,35
<b>V5D3</b>	5726	5571	11297,62	5648,81
<b>SUMA</b>	109525	110058	219582,83	<b>7319,43</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

**Gráfica N° 12. Rendimientos de docenas por hectárea**



En la siguiente **Gráfica N° 12** se observa que el tratamiento que obtuvo más alto rendimiento fue V2D1 variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO con una densidad de 143.000 plantas/Ha alcanzando las 9.244 docenas/ha, por otro lado el que obtuvo menos rendimiento es el V4D3 variedad IBTA ERQUIS I con 57.000 plantas/Ha obteniendo un rendimiento de 5.351 docenas/ha.

Según las normas INEM (2008), el choclo, se clasifica de acuerdo a su longitud, como grande a los que tienen una longitud mayor a 20,1 cm y como pequeño a los que presenta una longitud inferior a los 10 cm.

#### 4.8.1.- Rendimiento de docenas por hectárea: Variedad/Densidad

**Cuadro N° 21. Interacción Variedad/Densidad: Rendimiento de docenas por hectárea**

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	17183,93	15770,83	11839,29	<b>44794,05</b>	<b>7465,67</b>
V2	18487,59	16839,29	11994,05	<b>47320,92</b>	<b>7886,82</b>
V3	16698,81	15062,50	10773,81	<b>42535,12</b>	<b>7089,19</b>
V4	15504,17	14824,40	10702,38	<b>41030,95</b>	<b>6838,49</b>
V5	17065,48	15538,69	11297,62	<b>43901,79</b>	<b>7316,96</b>
<b>TOTAL</b>	<b>84939,97</b>	<b>78035,71</b>	<b>56607,14</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>8494,00</b>	<b>7803,57</b>	<b>5660,71</b>		

Fuente: Elaboración propia 2019

#### 4.8.2.- Análisis de Varianza: Rendimiento de docenas por hectárea

**Cuadro N° 22. Anova: Rendimiento de docenas por hectárea al 5% y 1% de probabilidad de error**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	29	48046393				
<b>TRATAMIENTOS</b>	14	47874278	3419591	294,33**	2,49	3,71
<b>BLOQUES</b>	1	9457	9457	0,81 <sup>NS</sup>	4,6	8,86
<b>ERROR</b>	14	162658	11618			
<b>FACTOR VARIEDAD (V)</b>	4	3765833	941458	81,03**	3,11	5,03
<b>FACTOR DENSIDAD (D)</b>	2	43653384	21826692	1878,63**	3,74	6,51
<b>INTERACCIÓN V/D</b>	8	455061	56883	4,90**	2,7	4,14

Fuente: Elaboración propia 2019

El análisis de varianza expuesto en el **cuadro N° 22** muestra que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas, de manera similar en el factor variedad y

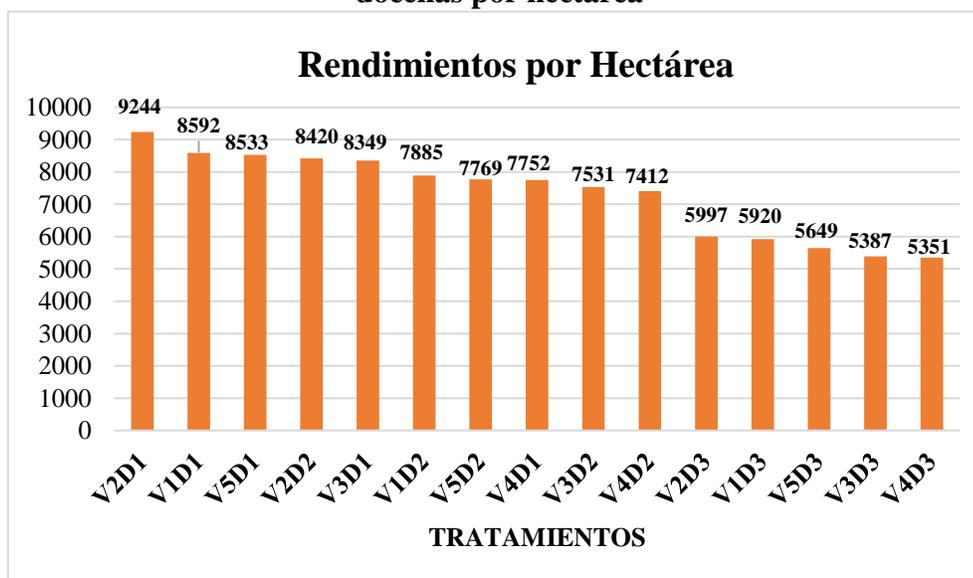
factor densidad las diferencias también son altamente significativas estadísticamente al 5% y 1% de probabilidad de error.

Los bloques no mostraron variación estadística (**Cuadro N° 22**), por lo que podría considerarse que el suelo del área de estudio fue uniforme, esto se corrobora con un porcentaje de variación del 1.47%, que a nivel estadístico es despreciable.

La interacción entre los factores es altamente significativa al 5% y al 1% de probabilidad de error, por lo que podemos deducir que los factores no actúan de manera independiente.

#### 4.8.3.- Rendimiento en docenas/Ha: Comparación de promedios por Tukey

**Gráfica N° 13. Prueba de Tukey al 5% de significancia de Rendimiento en docenas por hectárea**

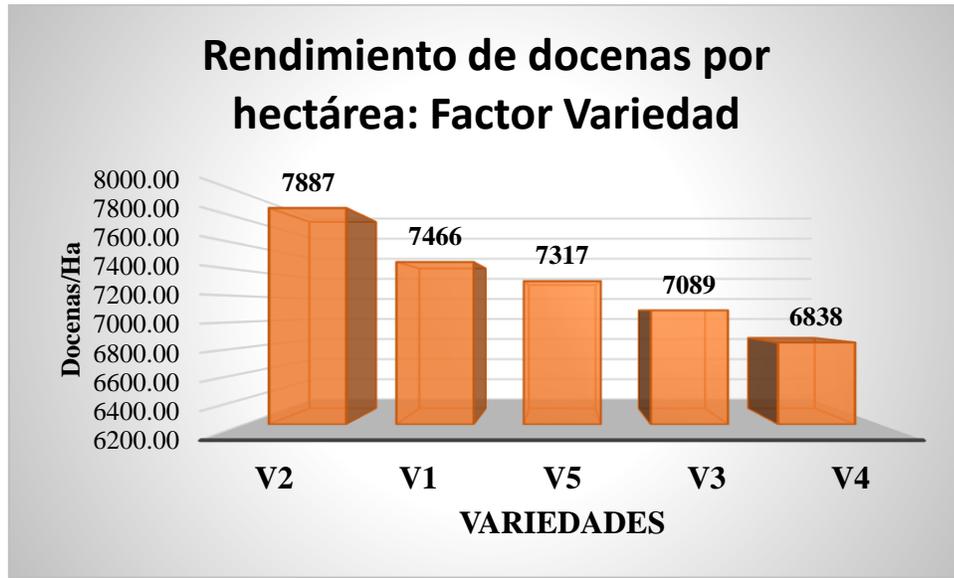


a	b	b	ab	b										
<b>TUKEY 5% = 435,21</b>														

En la **gráfica N° 13**, podemos observar que los dos mejores tratamientos son V2D1 con 9.244 docenas y V1D1 con 8.592 docenas, son los dos tratamientos que ofrecieron una mayor rendimiento en docenas por hectárea según Tukey al 5% de probabilidad de

error, y el tratamiento con menor el menor rendimiento fue el V4D3 con 5351 docenas por hectárea.

**Gráfica N° 14. Prueba de Tukey para las variedades: Rendimiento en docenas por hectárea**

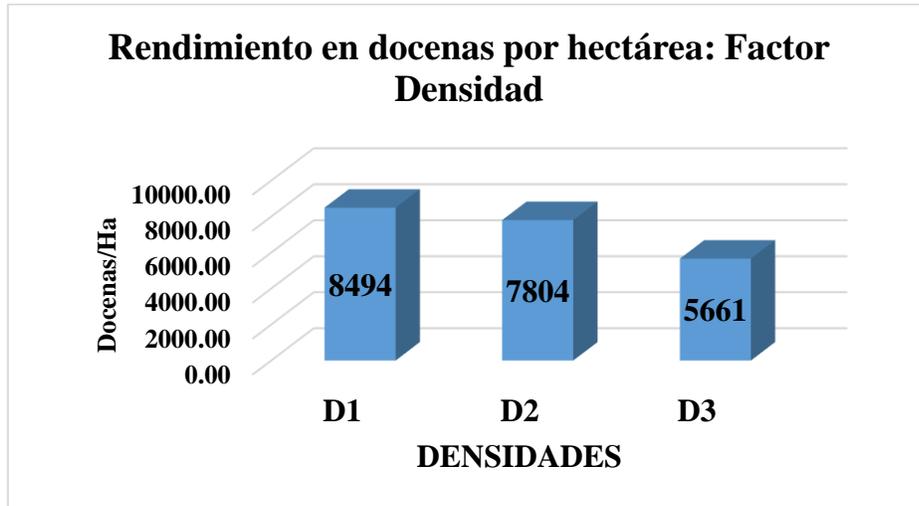


<b>a</b>	<b>b</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
<b>TUKEY 5% = 194,06</b>				

En la **Gráfica N° 14** podemos observar que la variedad con el mayor rendimiento es la V2 (INIAF CHOCLERO AMARILLO) 7.887 docenas por hectárea, la segunda mejor variedad es la V1 (INIAF CHOCLERO BLANCO) con 7.466 y por último la variedad que presentó una menor rendimiento por hectárea fue la V4 (IBTA ERQUIS I) con 6.838 docenas.

**4.8.4.-Rendimiento en docenas por hectárea: Comparación de promedios por Tukey**

**Gráfica N° 15. Prueba de Tukey al 5% de significancia Rendimiento en docenas por hectárea**



a	b	c
TUKEY 5% = 126,12		

En la siguiente **Gráfica N° 15** se puede divisar que la densidad D1 (143.000 pl/Ha) a una distancia de pl/pl de 0,20m obtuvo el mayor rendimiento con 8.494 docenas, la densidad D2 (93.000 pl/Ha) a una distancia de 0,30m, y por último D3 con 5.661 docenas por hectárea equivalente a 57.000 pl/Ha con distancia de pl/pl de 0,50m.

**4.8.5.-Rendimiento en docenas por hectárea: Comparación de promedios por Tukey**

**Cuadro N° 23. Interacción de la variedad en función a la densidad: Rendimiento de docenas por hectárea.**

FACTORES		INIAF CHOCLERO BLANCO	INIAF CHOCLERO AMARILLO	IBTA Algarrobal 108	IBTA ERQUIS I	Pairumani Aychazara 101
D1 = 0,20 m	143.00 0 pl/Ha	a	a	a	a	a

<b>D2= 0,30 m</b>	<b>93.000 pl/Ha</b>	b	b	b	a	b
<b>D3= 0,50 m</b>	<b>57.000 pl/Ha</b>	c	c	c	b	c

**Fuente: Elaboración propia 2019**

**Cuadro N° 24. Interacción de la densidad en función a la variedad: Rendimiento de docenas por hectárea.**

<b>FACTORES</b>	<b>D1 = 0,20m 143.000 pl/Ha</b>	<b>D2= 0,30m 93.000 pl/Ha</b>	<b>D3= 0,50m 57.000 pl/Ha</b>
<b>INIAF CHOCLERO BLANCO</b>	a	b	a
<b>INIAF CHOCLERO AMARILLO</b>	a	a	a
<b>IBTA Algarrobal 108</b>	b	bc	b
<b>IBTA ERQUIS I</b>	c	c	b
<b>Pairumani Aychazara 101</b>	b	bc	ab

**Fuente: Elaboración propia 2019**

Como podemos observar en el **Cuadro N° 23** la respuesta de la variedad INIAF CHOCLERO BLANCO respecto al rendimiento varía en función a las densidades de siembra que se utilice, por lo que puede deducirse a mayor densidad, mayores serán los rendimientos, de la misma manera sucede con las demás variedades el rendimiento dependerá de la densidad de siembra que se llegue a utilizar; dicha variedad obtuvo buenos rendimientos a una densidad de siembra de 57.000 pl/Ha

La variedad IBTA ERQUIS I proporcionó buenos rendimientos aplicando una densidad de siembra de 143.000 pl/Ha y con 93.000 pl/Ha, pero se obtuvo mejores rendimientos aplicando una densidad de 57.000 pl/Ha

La variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO, con una distancia de pl/pl de 0,20m y con una densidad de siembra de 143.000 pl/Ha, provee el mejor rendimiento de choclos por hectárea; de la misma manera sucedió con las demás densidades mostraron un buen rendimiento por lo que dicha variedad utilizada con cualquiera de las tres densidades proporcionara buenos rendimientos.

#### 4.9.- Clasificación de primera, segunda y tercera clase.

Se han elaborado 3 intervalos de clasificación de mazorca, para clasificar los choclos de 1ra, 2da y 3ra, y en base a esto poder determinar la rentabilidad de los tratamientos.

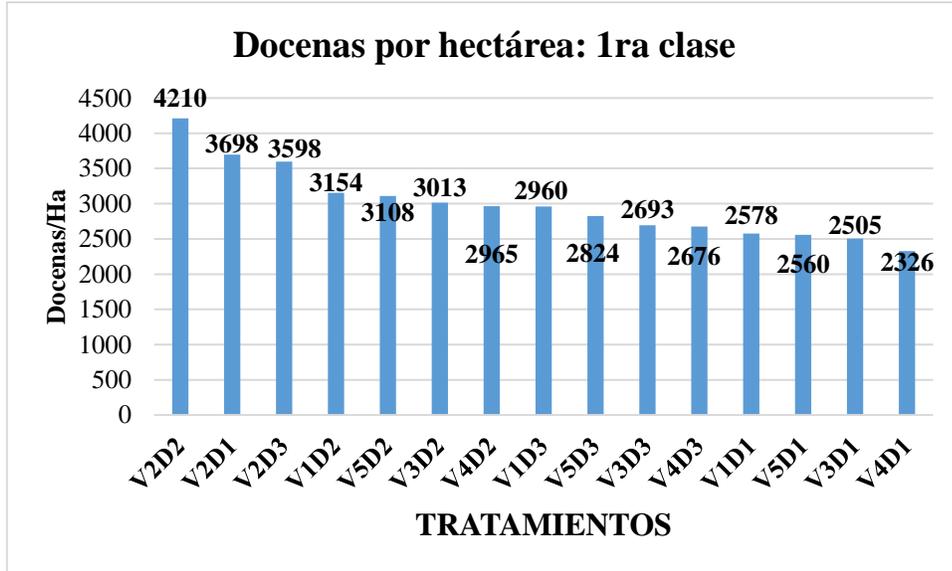
##### 4.9.1.- Docenas por hectárea 1ra clase

**Cuadro N° 25. Datos de campo: rendimiento en docenas por hectárea de 1ra clase**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
V1D1	2571	2584	5155	2578
V1D2	3132	3176	6308	3154
V1D3	2940	2979	5920	2960
V2D1	3697	3698	7395	3698
V2D2	4176	4244	8420	4210
V2D3	3621	3575	7196	3598
V3D1	2503	2507	5010	2505
V3D2	3013	3012	6025	3013
V3D3	2679	2708	5387	2693
V4D1	2344	2308	4651	2326
V4D2	2918	3012	5930	2965
V4D3	2604	2747	5351	2676
V5D1	2602	2518	5120	2560
V5D2	3067	3149	6215	3108
V5D3	2863	2786	5649	2824
SUMA	44730	45002	89731,94	<b>2991,06</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

**Gráfica N° 16. Docenas por hectárea de 1ra clase**



Como podemos observar los dos mejores tratamientos son: V2D2 variedad INIAF CHOLCERO AMARILLO (93.000 pl/Ha), que alcanzó el más alto rendimiento en docenas de 1ra clase, obteniendo 4.210 docenas/ha, posteriormente el segundo V2D1 perteneciente a la misma variedad solo que a otra densidad (143.000 pl/Ha) obteniendo 3.698 docenas/Ha; el tratamiento con más bajos rendimiento es V4D1 variedad IBTA ERQUIS I (143.000 pl/Ha) alcanzando 2.326 docenas/ha.

**4.9.2.- Docenas por hectárea 2da clase**

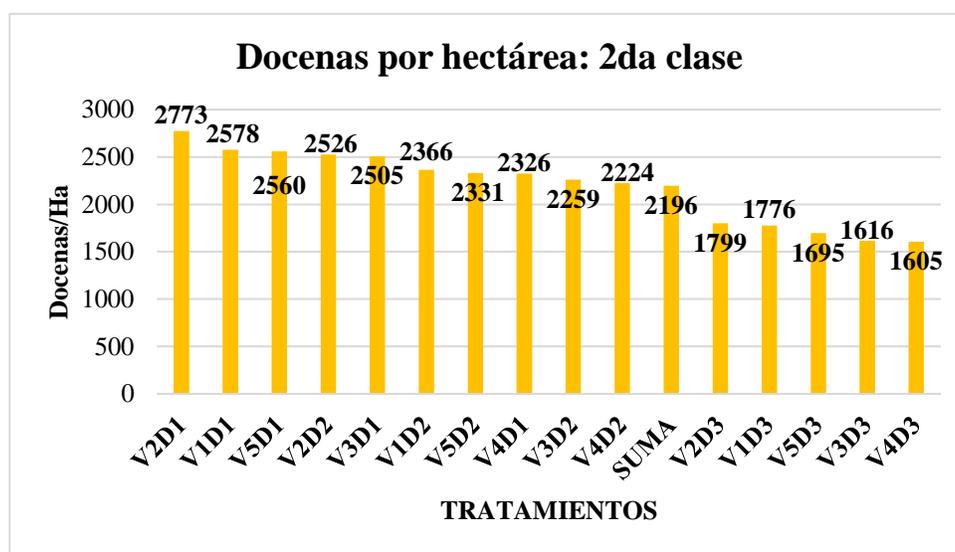
**Cuadro N° 26. Datos de campo: rendimiento en docenas por hectárea de 2da clase**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
V1D1	2571	2584	5155	2578
V1D2	2349	2382	4731	2366
V1D3	1764	1788	3552	1776
V2D1	2773	2773	5546	2773
V2D2	2505	2546	5052	2526
V2D3	1811	1788	3598	1799
V3D1	2503	2507	5010	2505
V3D2	2260	2259	4519	2259
V3D3	1607	1625	3232	1616

<b>V4D1</b>	2344	2308	4651	2326
<b>V4D2</b>	2188	2259	4447	2224
<b>V4D3</b>	1563	1648	3211	1605
<b>V5D1</b>	2602	2518	5120	2560
<b>V5D2</b>	2300	2362	4662	2331
<b>V5D3</b>	1718	1671	3389	1695
<b>SUMA</b>	32858	33017	65874,85	<b>2195,83</b>

Fuente: Elaboración propia 2019

Gráfica N° 17. Docenas por hectárea de 2da clase



El tratamiento V2D1 variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO (143.000 pl/Ha) alcanzó el más alto rendimiento de choclo de 2da clase, con 2.773 docenas/ha. El que obtuvo menos rendimiento es V4D3 variedad IBTA ERQUIS I (57.000 pl/Ha) obteniendo un rendimiento 1.605 docenas/ha.

#### 4.9.3.- Docenas por hectárea 3ra clase

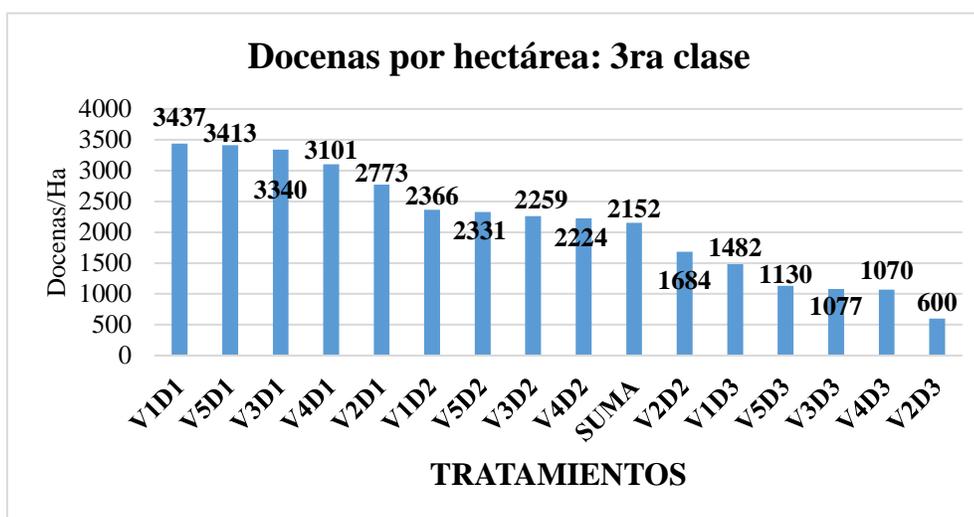
Cuadro N° 27. Datos de campo: rendimiento en docenas por hectárea de 3ra clase

TRATAMIENTOS	BLOQUES		SUMA	MEDIA
	I	II		
<b>V1D1</b>	3429	3445	6874	3437
<b>V1D2</b>	2349	2382	4731	2366
<b>V1D3</b>	1176	1788	2964	1482

<b>V2D1</b>	2773	2773	5546	2773
<b>V2D2</b>	1670	1698	3368	1684
<b>V2D3</b>	604	596	1199	600
<b>V3D1</b>	3337	3343	6680	3340
<b>V3D2</b>	2260	2259	4519	2259
<b>V3D3</b>	1071	1083	2155	1077
<b>V4D1</b>	3125	3077	6202	3101
<b>V4D2</b>	2188	2259	4447	2224
<b>V4D3</b>	1042	1099	2140	1070
<b>V5D1</b>	3469	3357	6826	3413
<b>V5D2</b>	2300	2362	4662	2331
<b>V5D3</b>	1145	1114	2260	1130
<b>SUMA</b>	31938	32634	64571,87	<b>2152,40</b>

**Fuente: Elaboración propia 2019**

**Gráfica N° 18. Docenas por hectárea de 3ra clase**



Observando la siguiente **Gráfica N° 18** el tratamiento V1D1 variedad INIAF CHOCLERO BLANCO (143.000 pl/Ha) alcanzó el más alto rendimiento de choclo de 3ra clase, obteniendo 3.437 docenas/ha. El tratamiento con más bajos rendimiento de choclo de 3ra clase es V2D3 variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO (57.000 pl/Ha) alcanzando un rendimiento de 600 docenas/ha.

#### 4.10.- Análisis económico

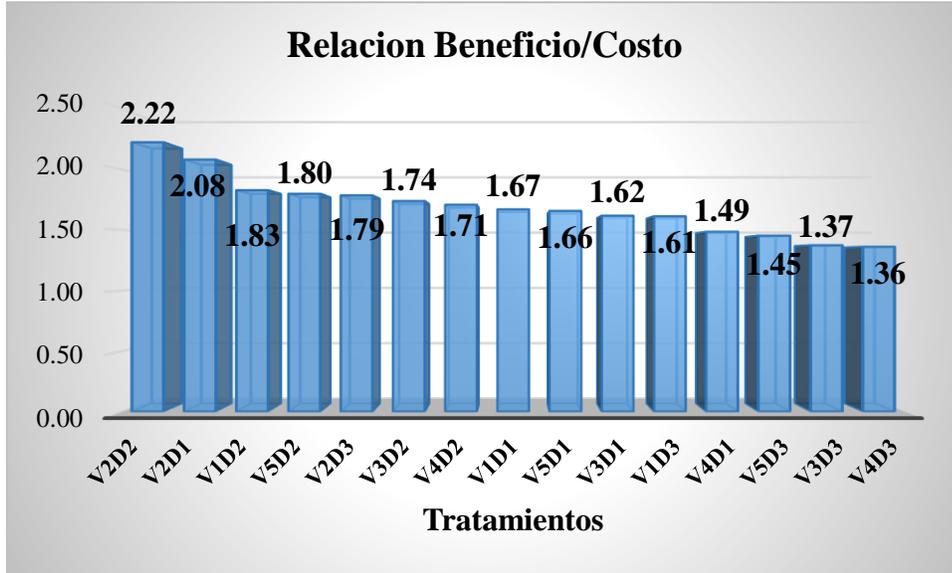
Los siguientes precios fueron puestos en el terreno; a 8 bs la docena de 1ra clase, 5 bs de 2da clase y 3 bs de 3ra clase. Son precios aproximados, esto puede variar. Dichos precios son basados en los productores de la comunidad de Tolomosa Norte. A continuación se detalla por clase las ganancias brutas.

**Cuadro N° 28. Análisis económico**

TRATAMIENTOS	Ingreso Bruto 1ra clase	Ingreso Bruto 2da clase	Ingreso Bruto 3ra clase	Ingreso Total/Ha (Bs)	Costo de Producción/Ha	Ingreso Neto (Bs)/Ha	R: B/C
V1D1	20621	12888	10310	43819	16410	27409	1,67
V1D2	25233	11828	7097	44158	15611	28547	1,83
V1D3	23679	8879	4446	37004	14162	22842	1,61
V2D1	29580	13866	8319	51765	16801	34964	2,08
V2D2	33679	12629	5052	51360	15932	35428	2,22
V2D3	28786	8996	1799	39580	14208	25372	1,79
V3D1	20039	12524	10019	42582	16265	26317	1,62
V3D2	24100	11297	6778	42175	15399	26776	1,74
V3D3	21548	8080	3232	32860	13842	19018	1,37
V4D1	18605	11628	9303	39536	15906	23629	1,49
V4D2	23719	11118	6671	41508	15327	26181	1,71
V4D3	21405	8027	3211	32642	13821	18822	1,36
V5D1	20479	12799	10239	43517	16375	27142	1,66
V5D2	24862	11654	6992	43508	15542	27967	1,80
V5D3	22595	8473	3389	34458	14046	20412	1,45

**Fuente: Elaboración propia 2019**

**Gráfica N° 19. Relación beneficio/costo**



Como se observa en la **Gráfica N° 19** el tratamiento V2D2 (INIAF CHOCLERO AMARILLO a una densidad de 93.000 pl/Ha), es el más rentable con una relación B/C de 2,22, posteriormente el segundo más rentable es el V2D1 perteneciente a la misma variedad ya mencionada a diferencia de la densidad de siembra que fue de 143.000 pl/Ha con una relación B/C de 2,08; y por último el tratamiento menos rentable es el V4D3 (IBTA ERQUIS I con una densidad de 57.000 pl/Ha) con una relación B/C de 1,36.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.- Conclusiones

De acuerdo al planteamiento de los objetivos del trabajo de investigación, se emiten las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los datos obtenidos referente al comportamiento agronómico de las variedades se puede establecer que: el análisis de varianza determina que cada variedad tiene características diferentes y propias de cada una, siendo así que ninguna variedad llego a obtener los mejores valores con relación a las demás variedades en las variables estudiadas, pero la variedad que resalto o tuvo mejor comportamiento fue la variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO.
- En este aspecto cabe señalar que la mejor densidad de siembra estadísticamente en cuanto a cantidad de mazorcas por hectárea fue la densidad 1 (D1= 143.000 Pl/Ha) con 8.494 docenas/Ha, pero tomando en cuenta la clasificación de mazorcas por tamaño fue la densidad 2 (D2= 93.000 Pl/Ha) con 7.804 docenas/Ha.
- Referente al rendimiento de mazorcas por hectárea se tomó en cuenta la calidad de la misma en base a una clasificación (primera, segunda y tercera clase) donde el tratamiento V2D2 INIAF CHOCLERO AMARILLO a una densidad de siembra de 93.000 Pl/Ha alcanzó el más alto rendimiento en docenas de primera clase con 4.210 docenas/Ha, posteriormente el segundo mejor tratamiento fue V2D1 perteneciente a la misma variedad con una densidad de siembra de 143.000 Pl/Ha que obtuvo 3.698 docenas/Ha y por último el tratamiento con más bajo rendimiento fue V4D1 IBTA ERQUIS I (143.000 Pl/Ha) con 2.326 docenas/Ha.

- El rendimiento obtenido en mazorcas de segunda clase o tamaño es la siguiente el tratamiento V2D1 variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO (143.000 pl/Ha) alcanzo el más alto rendimiento de choclo de 2da clase, con 2.773 docenas/ha. El que obtuvo menos rendimiento es V4D3 variedad IBTA ERQUIS I (57.000 pl/Ha) obteniendo un rendimiento 1.605 docenas/ha.
  
- Los resultados obtenidos en el rendimiento con la tercera clase fueron la siguientes: el tratamiento V1D1 variedad INIAF CHOCLERO BLANCO (143.000 pl/Ha) alcanzo el más alto rendimiento de choclo de 3ra clase, obteniendo 3.437 docenas/ha. El tratamiento con más bajos rendimiento de choclo de 3ra clase es V2D3 variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO (57.000 pl/Ha) alcanzando un rendimiento de 600 docenas/ha.
  
- Respecto a la rentabilidad económica se puede afirmar que el tratamiento V2D2 (INIAF CHOCLERO AMARILLO a una densidad de 93.000 pl/Ha), es el más rentable con una relación B/C de 2,22, posteriormente el segundo más rentable es el V2D1 perteneciente a la misma variedad ya mencionada a diferencia de la densidad de siembra que fue de 143.000 pl/Ha con una relación B/C de 2,08; y por último el tratamiento menos rentable es el V4D3 (IBTA ERQUIS I con una densidad de 57.000 pl/Ha) con una relación B/C de 1,36.

## 5.2.- Recomendaciones

Basados en las conclusiones, se recomienda:

- Utilizar la variedad INIAF CHOCLERO AMARILLO si se desea elevados rendimientos con mayor calidad de mazorcas de primera y una mejor rentabilidad económica.
- No se recomienda la variedad Pairumani Aychazara 101 para evitar el problema de acame o caída de plantas, debido a su elevada altura.
- Aplicar la densidad 3 (57.000 pl/Ha) para lograr un buen tamaño de mazorcas, por el otro lado si se busca un mayor rendimiento es preferible la DENSIDAD 1 (143.000 pl/Ha).
- Para lograr una mejor rentabilidad económica, se recomienda el tratamiento 5 (V2D2) INIAF CHOCLERO AMARILLO a una densidad de 93.000 Pl/Ha.
- Realizar más estudios sobre los factores que involucran la producción del maíz, como la fertilización óptima y balanceada, evaluando variables como la influencia del diámetro del tallo en la calidad y tamaño de las mazorcas.
- Tomando en cuenta la demanda del mercado y del análisis económico se recomienda que se debe realizar una clasificación por la longitud y diámetro del producto.