

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea Mays*) es una planta gramínea anual, originaria de México, introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión española. Actualmente es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz.

Su nombre científico proviene del griego *Zeo*, que significa vivir y de la palabra *Mahíz*, palabra que los nativos del Caribe, llamados taínos, utilizaban para nombrar al grano.

El maíz (*Zea mays* L.) tiene usos múltiples y variados. Es el único cereal que puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta. Las espigas jóvenes del maíz (maíz *baby*), cosechado antes de la floración de la planta, es usado como hortaliza. Las mazorcas tiernas de maíz dulce son un manjar refinado que se consume de muchas formas. Las mazorcas verdes de maíz común también son usadas en gran escala: asadas y hervidas, o consumidas, en numerosos países, en el estado de pasta blanda (Rodríguez, 2001).

El cultivo de maíz para choclo, es un producto alimenticio de gran demanda mundial, nacional y regional por los usos que se le dan en el ámbito culinario e industrias. A nivel mundial se reporta una producción de más 1100000 has, de maíz para choclo, registrándose los mayores volúmenes de producción en Estados Unidos, México, mientras que Argentina reporta la producción de 114.900 toneladas de choclo (IBCE, 2011).

Ávila (2008), indica que anualmente se cultivan unas 20 mil hectáreas destinadas a la producción de choclo y desde hace algunos años su consumo está distribuido a lo

largo de todo el año, debido a que se dispone de variedades harinosas mejoradas para diferentes pisos altitudinales y los agricultores de los valles meso térmicos más bajos y con riego del departamento de Santa Cruz cultivan durante todo el invierno.

Siendo la variedad de mayor superficie en producción Kulli, Hualtaco, representando una importante producción de la variedad. Algarrobal 108 en la zona de pie de monte de la región chaqueña de Chuquisaca y Tarija. La producción de choclos es a lo largo de todo el año representando una mayor producción, en función a la demanda para fin de año con precios promedio que superan los 12 Bs/docena (Ávila, 2008).

Tarija siembran hoy en el día 1098 hectáreas de maíz para choclo produciendo 2643 toneladas de choclo en los valles del departamento con rendimiento de 2,4 toneladas por hectárea. El INIAF Instituto de Nacional de Innovación Agrícola y Forestal a través del Proyecto Nacional de Maíz con base en Chaco y Tarija está validando sistemas de riego tecnificado subterráneo y superficial para mejorar la producción y calidad en el cultivo del maíz y al mismo tiempo el uso eficiente del agua, (INIAF, 2016).

1.1. Justificación

El presente trabajo dirigido “Efecto comparativo de la aplicación de fertirriego por goteo superficial y subterráneo en el cultivo de maíz para choclo, en el centro de innovación Chaguaya”, se justifica por los siguientes motivos:

Necesidad de incorporar nuevas tecnologías de riego, para realizar un buen uso del agua, y que sirva a la comunidad, como parcelas demostrativas y con los resultados obtenidos transferir toda la tecnología a los productores.

Falta de parcelas demostrativas por parte de la institución, para realizar días demostrativos, en la utilización de fertirriegos y que sirva como un incentivo, de aplicar nuevas tecnologías en la producción para los comunarios de la zona.

1.2. Características y Objetivos de la Institución

INIAF Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestas es una institución descentralizada de derecho público, con personería jurídica propia, autónoma de gestión administrativa, financiera, legal y técnica con patrimonio propio bajo la tuición del ministerio de desarrollo Rural y Tierras creada mediante D.S. N° 29611 del 25 de junio de 2008. (INIAF, 2018).

1.2.1. Funciones de la Institución

En atención al DS. 29611 de creación del INIAF, se le confieren las siguientes funciones:

Dirigir, realizar y ejecutar procesos de Investigación, Innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semillas, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos.

Regular, normar y supervisar toda actividad de investigación pública y privada en temas relacionados, de manera directa o indirecta, con los objetivos del INIAF.

Administrar el Sistema nacional de recursos genéticos, agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales, bancos de germoplasma y centros de investigación.

Articular y coordinar el trabajo con todos los actores sociales e institucionales del sector público y privado involucrados en el ámbito de intervención del INIAF a nivel nacional, departamental, regional y local.

Articular el ámbito académico y/o de investigación con las políticas productivas priorizadas en el Plan Nacional de Desarrollo, a través de la suscripción de convenios y otros mecanismos.

Vincular las necesidades de innovación de los actores locales con las prioridades nacionales a través de la construcción de demandas convergentes, en el marco de los objetivos del INIAF.

Prestar servicios de certificación y fiscalización de semillas, registros de variedades, obtentores y otros, en el ámbito de la investigación agropecuaria, forestal y semillero.

Gestionar y administrar los recursos económicos para el cumplimiento de sus objetivos.

Fijar de forma anual el arancel que debe cobrar el INIAF por los servicios que preste.

Otras que le sean asignadas en el marco de su competencia (INIAF, 2018).

1.2.2. Líneas de Acción

La reestructuración institucional que considera la implementación y fortalecimiento de los Centros de Innovación y cobertura a mayor número de rubros. En este sentido, el Centro de Innovación Chaguaya viene consolidándose a través de la coordinación con los programas y proyectos de la Dirección Nacional de Innovación para el desarrollo de actividades en:

Investigación en mejoramiento genético y mejoramiento del manejo agronómico en los rubros de maíz, trigo, hortalizas, nogal y vid.

Transferencia de Tecnología de innovaciones desarrolladas por los programas de investigación.

Prestación de servicios y Multiplicación de semilla de categorías altas en maíz y trigo.

1.3.Objetivos del Trabajo Dirigido

1.3.1. Objetivos Generales

Evaluar el efecto comparativo de la aplicación de fertirriego por goteo superficial y subterráneo en el cultivo de maíz para choclo, en el centro de innovación Chaguaya.

1.3.2. Objetivos Específico

- Determinar la producción de choclo en unidades/ha, en los dos sistemas de riego por goteo superficial y subterráneo.
- Determinar costos y beneficios económicos de la producción de choclo, mediante riego tecnificado, para recomendar a los productores de la zona.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia del Maíz en la Alimentación

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el maíz es un importante alimento para numerosísimos habitantes del mundo, a los que suministra cantidades significativas de nutrimentos, sobre todo carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales (Segoviano, 2016).

2.2. Formas de Consumo del Maíz

Existen diversas maneras de consumir este cereal que también se utiliza en alimentación animal y en el campo de la cosmética.

- **Maíz dulce tierno.** Se puede consumir directamente de la mazorca, o bien después de una ligera cocción o asado de la misma. Las mazorcas deben consumirse recién cosechadas para evitar el posterior deterioro de sus azúcares con el incremento en almidón y el endurecimiento del grano. Los granos son muy empleados en ensaladas o como guarnición de platos.
- **Maíz dulce en conserva.** Se presenta enlatado o congelado y conserva la mayor parte de sus propiedades nutricionales.
- **Harina de maíz.** Es una harina muy fina de color amarillo que se obtiene a partir de la molienda del grano y sirve para dar consistencia a algunos platos, así como en la elaboración de pan, polenta, bollos y pasteles, pero al tener poco gluten no "sube" mucho.

- **Maicena.** Es la harina de maíz a la que se ha retirado el germen, es decir, es una harina desgrasada, molturada, muy fina. Se utiliza en la elaboración de salsa bechamel y para hacer bizcochos, mezclada con harina de maíz entera.
- **Sémola.** Se obtiene por la molienda de la fina capa exterior que recubre los granos de maíz. Es utilizada en la elaboración de polenta, pasteles y gratinados al horno y para espesar sopas y estofados.
- **Pan de maíz.** Conocido como boroña o borona en el norte de España. Se elabora con harina de trigo, harina de maíz, agua, levadura, azúcar, sal y mantequilla.
- **Tortillas de maíz.** Muy apreciadas en México, están hechas a partir de la mezcla reposada de maíz seco hervido con un poco de cal. Se suelen comer rellenas de otros ingredientes (García, s/f)

2.3. Consumo de Maíz en Choclo

Otra forma de consumir el maíz es en estado fresco o inmaduro conocido como choclo (del quechua chocollo, que quiere decir mazorca tierna de maíz), o elote en Centro América. El consumo de maíz en fresco presenta un crecimiento constante en el mundo, especialmente con la incorporación de nuevos híbridos de alta calidad culinaria. Parte importante de la producción se destina a la industria del enlatado y congelado. En la última década la industria del congelado y vegetales de IV gama (semiprosesados) ha demandado cantidades crecientes de maíz dulce por ser una hortaliza de muy buena adaptación a estas técnicas de conservación y comercialización. El principal país productor es Estados Unidos y el consumo anual por persona fue en el 2013 de 10,8 kg, distribuidos en 3,9 kg como fresco, 4,3 kg como congelado y 2,6 kg como enlatado (Parera, 2017)

2.4. Taxonomía

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Monocotiledónea

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Sub. Familia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Nombre científico: *Zea mays* L.

Nombre común: Maíz

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2018)

2.5. Descripción Botánica

La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

a) Raíz

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (FAO -1999).

b) Tallo

Se origina en la plúmula del embrión; es cilíndrico, formados por nudos y entrenudos. El número es variable, pero la mayoría tiene entre 12 y 15 entrenudos. La altura

también depende de la variedad y las condiciones climáticas de la región. La mayoría de plantas son de un solo tallo con una longitud entre 0,8m y 3,5 m.

c) 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.

d) Inflorescencia

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

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

e) El fruto:

Es una carióspside o grano, constituido por el pericarpio, capa de células de aleurona, endospermo y el embrión.

2.6. Genética del maíz

El maíz 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 puede crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado.

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 y virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten sus características determinadas de lo que se quiere conseguir como mejora de cultivo. También se selecciona según la forma de mazorca de maíz, aquellos sobretodos que poseen un elevado contenido de grano sin deformación. (INIAF, 2016).

2.7. Requerimiento Edafoclimáticos del Maíz

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

Según el PDM Municipal de Padcaya. Los suelos que predominan en el fundo de Chaguaya de acuerdo a la clasificación taxonómica americana son los siguientes: Asociación Lixisol-Cambisol. Las comunidades como referencia: Abra de San Miguel, Chaguaya; donde los suelos dominantes son profundos a muy profundos, de

texturas francas en la superficie y franco arcillosas a arcillosa en el subsuelo, con pH ligeramente alcalino a alcalino, y fertilidad natural baja a moderada. (INIAF, 2018).

2.7.1 Exigencia en el suelo

El maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelos, pero suelos con PH entre 6 y 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos ricos en materia orgánica con buena circulación del drenaje para no producir en charques que originen asfixia radicular.

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 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 un riego unos 10 a 15 días antes de la floración durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado de la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permitan una eficaz polinización y cuajado. Por ultimo para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada

El requerimiento hídrico del maíz es de 600 a 700 por hectárea según bibliografía, por lo tanto, se debe aportar por semana 12 6m³ de agua que serán distribuidos en 3 riegos por semana cada riego de 42 m³

2.8. Maíz para Choclo

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.

2.9. Manejo del Cultivo de Maíz para Choclo

2.9.1. Preparación del Terreno

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con arado de vertedera a una profundidad de 30 a 40 cm para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra.

2.9.2. Época de Siembra

La época de siembra en el Valle central de Tarija, se inicia en primavera

2.9.3. Densidad de Siembra

La siembra se realiza de forma manual, con una densidad de siembra de 0,70 m. de surco a surco y 0,25 m/entre a planta.

2.9.4 Control de Malezas

Mediante carpidos manuales, y aplicación de herbicidas específicos

2.9.5. Control Fitosanitario

Para el control de plagas en especial cogollero (*Spodoptera frugiperda*), con insecticidas específicos.

2.9.6. 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. (Infoagro, 2- 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.

2.9.7. Cosecha de Maíz para choclo

La cosecha se realiza manual, para después realizar la selección

2.10. Importancia del Fertirriego

La fertirrigación se ha definido como la técnica de aplicación de fertilizantes o agroquímicos disueltos en el agua de riego en las diferentes etapas de los cultivos, con el objetivo de aprovechar el flujo del agua en el sistema de riego para transportar elementos nutritivos necesarios para la planta hasta la zona de desarrollo radicular optimizando los recursos como agua, energía, nutrientes, y reduciendo notablemente los daños colaterales que los agroquímicos pudieran causar a la naturaleza.

Fertirrigación o fertirriego son los términos para describir el proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego. Este método es un componente de los modernos sistemas de riego a presión como; aspersión, micro aspersión, pivote central, goteo, exudación, etc. Con esta técnica, se puede controlar fácilmente la parcialización, la dosis, la concentración y la relación de fertilizantes: Es importante resaltar que independientemente del sistema de irrigación utilizando en la fertirrigación, los nutrientes son aplicados diluidos en el agua de riego con el fin de infiltrarlo en el suelo, predominando la absorción radicular y no la foliar. En ese sentido, el conocimiento del comportamiento de los nutrientes en el suelo con relación a su movilidad y la exigencia del cultivo durante su ciclo, son factores importantes a considerar en el manejo de los fertilizantes (Wilson S.).

2.11. Fertilizantes Hidrosolubles.

La adquisición de fertilizantes solubles en agua para sus cultivos no se basa simplemente en lo que está a la venta ni en seleccionar “fertilizante para geranios” para sus geranios, sino que se basa en la calidad de su fuente de agua. El agua tiene

un impacto importante en el pH del sustrato y puede proporcionar niveles suficientes de ciertos nutrientes beneficiosos, de manera que usted no necesite agregarlos a su programa de fertilizantes. Para desarrollar un programa de fertilizantes, debe someter el agua a pruebas de alcalinidad, de niveles de nutrientes y de conductividad eléctrica (CE), que es una medida de las sales totales.

Nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, pero muchos de ellos no proporcionan niveles importantes de calcio, magnesio o sulfato. Estos tres nutrientes pueden provenir del agua y las plantas los necesitan de manera continua en los siguientes niveles. (Grupo SACSA, 2015).

La línea de fertilizantes hidrosolubles de Satus es la familia de sólidos solubles más completa del mercado, con una solubilidad del 100% en todo tipo de aguas y utilizable en todo tipo de sistemas de riego, ya sea goteo, aspersion o por gravedad.

La utilización de finas materias primas de calidad técnica ofrece una solubilidad garantizada del 100% y una baja conductividad eléctrica (García V. 2013).

2.12. Riego por Goteo en el Cultivo de Maíz.

El riego por goteo uno de los sistemas más eficientes en el uso de agua, y combinado con la fertirrigación es una buena alternativa para incrementar los rendimientos en el maíz. Con el uso de este sistema se traen beneficios como un riego uniforme, menor incidencia de malezas, menores costos de mano de obra, menor impacto al ambiente y un uso eficiente de insumos como fertilizantes, plaguicidas, entre otros.

El riego consiste en suministrar a la planta el agua necesaria para que realice sus procesos biológicos; el agua tiene que proporcionarse de forma adecuada en el momento oportuno para que la planta la aproveche de la mejor manera. En la actualidad los sistemas de riego que más se utilizan son: riego por gravedad, riego

por aspersión, riego por micro aspersión y riego por goteo, siendo este último un sistema de riego localizado el cual proporciona un mayor ahorro de agua. En el riego por goteo la tecnología es simple, aunque requiere cierta inversión y un mantenimiento cuidadoso. En relación al estudio realizado por (Bahena y Tornero, 2007).

El riego por goteo actualmente es una excelente opción para hacer un uso eficiente del agua y de los fertilizantes en el cultivo del maíz. Sin embargo; este sistema se ha usado muy poco en cultivos de grano, principalmente por el tema de rentabilidad, la poca experiencia en el manejo del sistema, entre otros. (FAO Naciones Unidas 2002).

El maíz es un cultivo muy sensible al déficit hídrico, especialmente en la floración y llenado de grano, motivo por el cual para evitar el estrés y aspirar a mayores rendimientos es necesario sistemas más eficientes en el manejo de agua. El riego rodado o por inundación tiene una eficiencia baja en el uso de agua, rebasando apenas el 50%, mientras que en el riego por goteo se han alcanzado eficiencias de hasta un 90%, lo que trae un ahorro muy importante de agua, ya que en algunas regiones se extrae de pozos profundos lo cual eleva los costos de electricidad o combustible.

El riego por goteo es un sistema que permite agregar insumos (fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc.) haciendo más eficiente su uso, ya que se pueden usar dosis más bajas y controladas, reduciendo los costos y el impacto al ambiente. Es importante destacar que mediante el riego por goteo se puede disminuir la presencia de las principales malezas que. La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas. A pesar de utilizarse en múltiples sistemas RLAF, la técnica de la fertirrigación está totalmente extendida en el caso del riego por goteo. (Gershon E, 1976).

La técnica de la fertirrigación requiere conocimientos básicos tales como:

- Las necesidades nutritivas de los cultivos.
- Distribución de los porcentajes de fertilización a lo largo del ciclo de cultivo (en el caso de la fertirrigación por el método cuantitativo).
- Características del agua utilizada (pH, conductividad eléctrica, etc.)
- Saber operar con el cambio de unidades de UF (unidades fertilizantes) a kilogramos de fertilizante.

El sistema de fertirrigación es, hoy en día, el método más racional de que disponemos para realizar una fertilización optimizada. Publicado por Marco A. Oltra Cámara, 2012.

El uso de la fertirrigación aporta ventajas considerables:

El agua y los nutrientes quedan perfectamente localizados en la zona de absorción de las raíces.

Se pueden establecer diferentes planes de fertilización en consonancia con el estado fenológico del cultivo o en función de las curvas de absorción de los nutrientes.

Posibilidad de corregir rápidamente cualquier deficiencia nutritiva del cultivo.

Utilización de aguas de baja calidad agronómica. Este es un aspecto muy importante a considerar, ya que, con un buen manejo y los conocimientos necesarios, podemos utilizar aguas de baja calidad (Conductividad eléctrica superiores a 3 ds/m).

Alta dependencia del cultivo al sistema de riego y por tanto mayor control sobre el cultivo. Podremos aumentar o disminuir la velocidad de crecimiento según interese. También, podremos utilizar técnicas de RDC (Riego Deficitario Controlado).

Todas las anteriores redundan en un uso más racional del agua y los fertilizantes. Una incidencia directa sobre la capacidad productiva del cultivo. Respeto del medio ambiente y un mínimo impacto ambiental.

Aunque la definición de fertirrigación queda suficientemente explicada en el anterior texto, queda mencionar que básicamente existen dos métodos de fertirrigación. (NTAGRI. 2017).

Fertirrigación cuantitativa. - Este modelo está basado en calcular las necesidades nutritivas en función de distintos parámetros: Número de plantas, edad, superficie foliar, tipo de suelo, área, consumo de nutrientes, etc. Una vez calculados los requerimientos, se introducen en el sistema de riego para aportarlos.

Fertirrigación proporcional. - Es un modelo más utilizado en cultivos sin suelo e hidropónico. Consiste en inyectar una cantidad determinada de fertilizantes por un volumen de agua determinado. Por ejemplo: gramos por litro o litro por metro cúbico. Este ejemplo se refiere a concentración de fertilizantes en agua; en hidropónico suelen utilizarse unidades de concentración tales como: ppm/l, mmol/l o meq/l (partes por millón y litro, milimoles por litro o mili equivalentes por litro (Lucas Galera Novedades Agrícolas, 25/07/2011)

2.13. Ventajas Del Riego Por Goteo Subterráneo

Según (RGS Argentina). -Mayor ahorro de agua. Disminuye o evita la pérdida de agua por evaporación superficial al no llegar la humedad a la superficie, salvo en puntuales ocasiones necesarias para el cultivo.

Evita escorrentía y se consigue mayor uniformidad de riego, evitándose el problema del viento.

Disminuye la presencia de malas hierbas al no mojar la superficie del terreno.

Mejora la nutrición de la planta, ya que se administra el agua y los nutrientes directamente al sistema radicular, teniendo así un mejor aprovechamiento de nitrógeno, fósforo y potasio.

Permite el ahorro de fertilizantes al ser la efectividad de esta más alta.

Reduce la presencia de enfermedades y plagas, ya que reduce la humedad en el tallo y las hojas de las plantas. Evita los daños que producen roedores y pájaros en el sistema.

Ahorra días de trabajo. Según el cultivo, los laterales no deben tenderse ni recogerse cada año, teniendo estos una protección total frente a la degradación provocada por las radiaciones ultravioletas, sobre los materiales termoplásticos.

Permite el laboreo sin obstáculos, evita los riesgos por vandalismo. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo. No permite la inspección visual. Este inconveniente se puede solucionar con una buena distribución de contadores de agua o medidores de presión. Posible penetración de raíces en los goteros que producen obturaciones, así como absorción de partículas de tierra en los goteros y su obturación. Actualmente algunas gamas de goteros disponen de sistemas físicos que lo evitan.

2.14. Componentes de un Sistema de Riego por Goteo

2.14.1. Cabezal de Riego.

El cabezal de riego es el recinto donde se instalan los sistemas que permiten hacer llegar el agua a los emisores de riego en las condiciones que se requieren para ello.

Así distinguimos los siguientes componentes que podemos encontrar en un cabezal de riego:

Equipo de bombeo: consta de una o varias bombas que aportan el caudal de agua a la presión requerida por el sistema de riego.

Equipo de filtrado: puede constar de uno o varios equipos de filtrado de diferentes tipos de filtrado (arena, malla, anilla, hidrociclones) y condicionan el agua para que no se produzcan obturaciones en los emisores debidas a los elementos solidos que puede llevar el agua en suspensión.

Equipo de inyección de fertilizantes: este sistema se encarga del aporte de fertilizantes al agua de riego.

Equipo de control: compuesto por programadores de riego que controlan desde la apertura de electroválvulas y la conexión de la bomba hasta el control de la inyección de fertilizantes, pH y conductividad eléctrica del agua de riego, etc. (Store Warlinn, 2008).

2.15. Instalación del Sistema de Riego por Goteo

2.15.1. Factores para su instalación.

Los componentes que se instalan en un cabezal de riego dependen de los siguientes factores:

De la superficie de riego: dependiendo de la superficie las necesidades de caudal cambian, de manera que las selecciones del equipo de bombeo dependen del tamaño de la explotación y de la orografía del terreno.

De las condiciones de la fuente de agua para el riego: dependiendo de la procedencia y las condiciones que presenta el agua se elegirá el tipo de filtrado que necesite e incluso si el agua viene con presión suficiente puede no ser necesaria la instalación de bombeo.

Del tipo de riego y fertilización: dependiendo del tipo de riego que se realice y de si se efectúan operaciones de fertirrigación se diseñará el sistema de abonado.

De las necesidades del agricultor: dependiendo del grado de automatización que precisen tanto los equipos como las condiciones que solicite el agricultor o el técnico de la explotación se automatizará el cabezal de riego. Puede requerirse un simple temporizador o un equipo completo de fertirrigación para el control del riego, o que se precise la instalación de equipos de filtrado automático o manual. (Barrios *et al.* 2012).

2.16. ¿Qué es el sistema Venturi?

El Venturi es un dispositivo hidráulico con forma de dos embudos unidos por la parte más angosta. El agua al pasar por la "garganta" aumenta rápidamente su velocidad, esto provoca una presión negativa que es aprovechada para inyectar una solución madre en ese punto.

Este sistema es ideal para integrar fertilizantes o productos fitosanitarios al agua de riego por medio del efecto Venturi, que aspira una solución (nutrientes, fertilizantes, o control de plagas y enfermedades) que se mezcla con el agua que pasa por la tubería.

Estos sistemas operan en un amplio rango de presiones y requieren únicamente una presión mínima diferencial entre los extremos de entrada y de salida para iniciar el vacío en el puerto de succión.

El sistema Venturi representa el sistema más económico y eficaz para la incorporación en el agua de riego de una dosis precisa de producto. (CIMMYT, 1988).

2.16.1. ¿Cómo funciona el Inyector Venturi?

Cuando el agua presurizada ingresa en la entrada del Venturi, se contrae hacia la cámara de inyección y cambia hacia una corriente de chorro de alta velocidad. El incremento en la velocidad a través de la cámara de inyección resulta en una disminución de la presión absoluta, creando un vacío, por consiguiente, provocando que una sustancia sea arrastrada hacia el puerto de succión y atrapándola en la corriente de agua. Cuando la corriente de chorro es derivada hacia la salida del inyector, su velocidad se reduce y se reconvierte en energía de baja presión.

(Ernesto Godoy, 2017), Recomiendo este inyector, pues me ha resultado una solución sencilla y barata para inyectar en campo sin luz y sin medios.

Debemos tomar en cuenta que el inyector Venturi provoca una pérdida de carga o caída de presión en la conducción en la que va instalado. Es precisamente esta energía que nos permite incorporar en la conducción el producto que queremos inyectar. El rendimiento del inyector está directamente proporcionado a la pérdida de carga provocada. Sin embargo, una serie de avances técnicos permite que esta pérdida de carga sea mínima.

Además, no requiere ninguna conexión eléctrica, puede correr en seco sin ningún problema, es más económico en comparación con otros métodos de inyección y es seguro de usar ya que los químicos son inyectados por vacío, no por presión.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación Geográfica de la Provincia Arce

Ubicado en el departamento de Tarija-Provincia Arce en el municipio de Padcaya en el intermedio de las comunidades; La Abra de San Miguel y Chaguaya a una distancia aproximada de 75 Km de la ciudad de Tarija.

Limita al Sur con la Republica de Argentina, al Norte con las provincias Avilés y Cercado al Este con las provincias O'Connor y Gran Chaco y al Oeste con la provincia Avilés variando solamente al Sur donde limita con la segunda sección y la República Argentina. (INIAF, 2018)

3.2. Temperaturas Máximas y Mínimas

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

3.3. Precipitaciones Pluviales, Períodos

Las precipitaciones pluviales totales anuales en el municipio oscila entre 1,0 mm en el mes de julio a una máxima de 145.4 mm en el mes de enero; identificándose dos periodos: un periodo seco que abarca los meses de mayo a septiembre, y un periodo húmedo en los meses de octubre a abril. (INIAF, 2006).

3.4. Ubicación del Centro Experimental Chaguaya

El Centro Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal Chaguaya, está ubicado en el municipio de Padcaya, provincia Arce del departamento de Tarija, entre las comunidades La Abra de San Miguel y Chaguaya y está distante a 75 kilómetros de la ciudad de Tarija. Chaguaya que es un Centro de Recursos Genéticos forestales que funciona con la cooperación italiana. El predio consta de 68,7 hectáreas aproximadamente, bajo riego y luz eléctrica, y fue que a partir de noviembre de la gestión 2015, llegó a ser propiedad del INIAF, dependiente del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras MDRyT. (INIAF, 2018).

En el presente, proyecto de investigación se trabajó con una variedad de maíz choclero y dos sistemas de riego a goteo superficial y subterráneo.

3.4.1. Ubicación Geográfica

Geográficamente se encuentra entre las coordenadas $21^{\circ} 53' 53.38''$ de latitud Sud $64^{\circ} 49' 31.31''$. De longitud Oeste y con una altura de 1957 m.s.n.m.

Mapa ubicación de la provincia Aniceto Arce



3.4.2. Características Climáticas del Área de Estudio

En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa alta, y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas, y la ausencia de precipitaciones. El invierno también está asociado a la llegada de frentes fríos provenientes del sur, llamados “surazos”, que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad (INIAF, 2018)

3.4.2.1. Precipitación (mm)

Registro de precipitación pluvial media mensual, desde año 2006 – 2018 para la elaboración del climograma.

Estación meteorológica de Junta Provincia Avilés del departamento de Tarija

Lat. S.: 21° 48' 37"

Long. W.: 64° 47' 51"

Altura: 1,882 m.s.n.m.

3.5. Materiales

3.5.1. Material Genéticos

Para la realización del presente ensayo, se utilizó semillas de una variedad mejorada, INIAF CHOCLERO BLANCO cuyas características se detallan en el capítulo de revisión de literatura, INIAF CHOCLERO BLANCO proviene del cruzamiento (IBTA algarrobal 108 x el choclero de INTA), con dos ciclos de selección y recombinación con RV-MA-1159-16 la variedad INIAF CHOCLERO BLANCO, es

de grano grande blanco de textura casi harinosa, más precoz que el algarrobal 108 y paurumani aychasara 101. Recomendada para Valles y Chaco.

3.5.1. Materiales, Equipos y Maquinaria

- Tractor agrícola
- Arado
- Rastra
- Sembradora
- Azadones
- Mochila pulverizadora
- Palas
- Bolsas plásticas
- Saca bocados
- Cilindro

3.5.2. Materiales de Gabinete

- Computadora
- Escritorio
- Calculadora
- Impresora

3.5.3. Materiales de Demarcación

- Cinta métrica
- Estacas
- Letreros

3.5.4. Materiales de Registro

- Tablero de campo
- Libreta de campo
- Planillas
- Cámara fotográfica

3.6. Metodología

3.6.1. Tamaño de la Muestra (número de plantas a evaluar)

Donde
$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{e (N-1) + \sigma^2 Z^2}$$

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de población

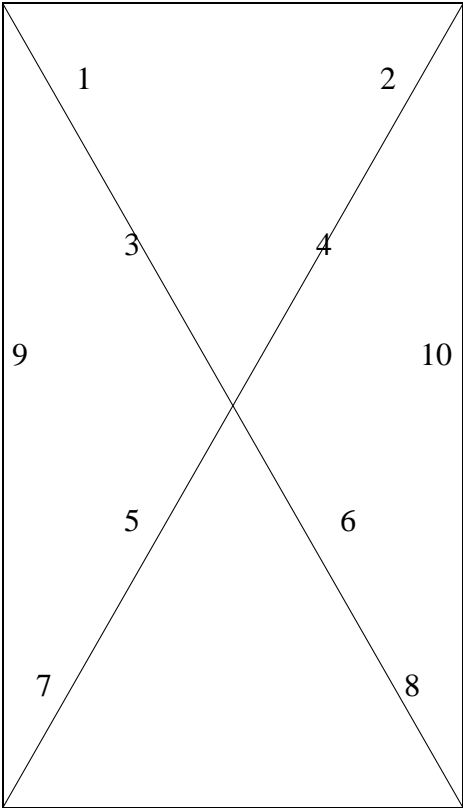
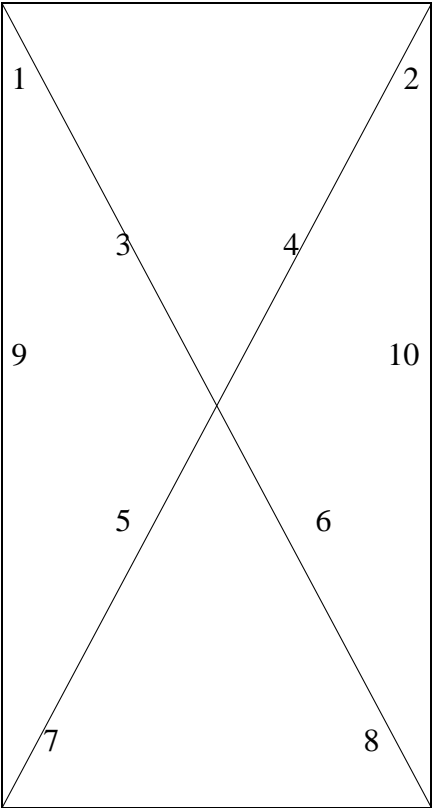
σ = desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor contante de 0,5.

Z = valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma relación al 95% de confianza equivale al 1,96 (como más casual) o en relación al 99% de confianza equivale a 2,58, valor que queda al criterio del investigador.

e = límite aceptable del error maestral que generalmente cuando no se tiene su valor suele utilizarse un valor que varía entre 1% (0,001) y 9% (0,09), valor que queda al criterio del encuestador (Suarez, s/f).

Como resultado de la aplicación de la fórmula del tamaño de la muestra, con una población total de 9600 plantas/ área del ensayo, descartando las borduras para la evaluación, se obtiene 118 plantas a evaluar, consideramos en nuestro estudio 120 plantas, luego el 20% (24 plantas que fueren distribuidas al azar) en cada lote 12, por restricciones de la institución.

3.6.2. Distribución de las plantas en Cada Lote



3.6.3. Análisis Estadístico

El rendimiento en número de choclos/ha, por cada unidad experimental. Serán analizados y evaluados utilizando, la Estadística descriptiva calculando los siguientes estadígrafos:

X= media aritmética

Varianza muestra

$$S^2_x = \frac{\sum_{n=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Coefficiente de Variación muestral

$$CV_{muestral} = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

3.6.4. Análisis Económico (relación beneficio – costo)

Se ha basado en la siguiente expresión:

$$B/C = \frac{\text{Beneficios} - \text{Desbeneficios}}{\text{Costos}}$$

3.7. Descripción Sistematizada del Trabajo Dirigido

El presente trabajo se lo realiza, mediante la coordinación con el técnico de proyecto maíz, dependiente del INIAF-TARIJA, se inicia con la visita al centro experimental de Chaguaya y reconocimiento de campo, para posteriormente iniciar con los trabajos de campo como se detalla a continuación.

3.7.1. Mensurado de la Parcela

En la parcela seleccionada, se procedió a medir las dimensiones de largo y ancho, para determinar la superficie del terreno y la instalación del sistema de riego a goteo.

3.7.2. Delimitación de Parcelas Experimentales

El área de la parcela experimental fue de 33.6m de ancho x 60m de largo, haciendo una superficie de 2016 m², posteriormente se ha dividido en dos parcelas, para la siembra e instalación de los sistemas de riego.

3.7.3. Toma de Muestras de Suelo

En fecha 20 de abril del año 2018 se tomó las muestras de suelo de las parcelas experimentales del fundo del Centro experimental de Chaguaya.

Para la toma de muestras de suelo, se procedió siguiendo la metodología o guía de laboratorio de suelos.

Se tomó las 6 sub muestras de suelo, en forma de zigzag a una profundidad de 20 cm, para lo cual se procedió de la siguiente manera.

Las sub muestras fueron extraídas con la ayuda de una pala, y acopiadas en una bolsa limpia de polietileno de color negro, cada sub muestra tenía un peso aproximado de 300gr.

Una vez obtenida las 6 sub muestras, se procedió a mezclar para que quede homogénea la muestra, de las cuales se tomó aproximadamente 1Kg, y posterior envió al laboratorio para su análisis físico químico.

3.7.4. Interpretación del Análisis de Suelo

Interpretación de análisis de suelo del ensayo centro experimental de Chaguaya

Cuadro 1

Interpretación del Análisis de Suelo

Nitrógeno disponible	P₂O₅ disponible	K₂O₅ disponible
28,6 kg de N/ha	9,61kg de P₂O₅/ha	268, 7 kg de K₂O₅/ha

3.7.5. Riego

El Fundo de Chaguaya cuenta con atajados para el reservorio de agua para riego de las parcelas y cuenta con un sistema de riego tecnificado para el establecimiento del ensayo.

El primer riego al terreno se efectuó antes de la siembra para que el suelo tenga la humedad necesaria y la semilla pueda germinar.

Los riegos aplicados a la parcela experimental fueron mediante sistema de riego a goteo cada 10 días.

3.7. 5. 1. Caudal de Riego por Goteo

Cintas de riego marca azud, 1 lt/hora x gotero

densidad por gotero 0.25 cm

longitud de cinta 60 m

n° de goteros totales 11520 goteros

Q del ensayo= 11520 L/hr

Requerimiento de agua por día: 7,2 MI

Estos datos fueron proporcionados por la empresa RIEGOTEC quien hizo la instalación del sistema de riego.

Cuadro N° 2

N° de riegos realizados en toda la fase de producción del choclo

SEMANA	ESTADO	N° RIEGOS	horas	Litros
1	Siembra	1	2	23040
2	Nacencia	1	1	11520
3	Crecimiento	8	8	92160
4	Floración	3	3	34560
5	Polinización	3	3	34560
6	Fecundación	3	3	34560
7	Fecundación del grano	3	3	34560
8	Estado de Cholo	3	3	34560
Total				299520.

Se aplicó un riego complementario de 299520 litros de agua en todo el ciclo de cultivo del ensayo, el cual se tiene que aumentar las precipitaciones que cayeron para cumplir los requerimientos hídricos del maíz de acuerdo a bibliografía es 500 mm 700 mm de agua en el cultivo de maíz.

Precipitación anual promedio: 650 mm

**3.7.5.2. Cálculo de Volumen de Agua para Riego por Goteo para Maíz Choclo
Estimativo, de acuerdo a (Sánchez y Mata, 2006)**

Cálculo de evapotranspiración del cultivo

$$ETc = Eto \times FT \times Kc$$

Donde:

Etc: Evapotranspiración del cultivo

Eto: Evaporación del Tanque evaporímetro (5mm)

FT: Factor de Tanque = 0.8

Kc: Coeficiente de desarrollo del cultivo (1.5 valor promedio)

Lámina de riego= Etc/ eficiencia de riego (0.9 para goteo)

Volumen= Lámina de riego x Área de cultivo de agua

Remplazando los valores

$$ETc = 5\text{mm} \times 0.8 \times 1.5 = 6\text{mm}$$

Lámina de riego (L.R.)

$$L.R. = 6\text{mm} / 0.9 = 6.6$$

Como **L. R.** = 6.6mm = 0.0066 m

Volumen de agua = L.R. x Área (m²)

$$\text{Volumen} = 0.0066\text{m} \times 10000 \text{m}^2 = 66 \text{m}^3$$

Convertidos en litros:

Volumen = 66000 litros

Cálculo del tiempo de riego (T.R.)

T.R. = Volumen de riego calculado/ Gasto agua por hectárea por hora

Datos del caudal = 11520 ltr/ hr

11520 ltr/hr en 2016 m² (área del ensayo) y en 10000m²

57143 ltr/hr./ha.

T. R. = 66000 ltr./ 57143ltr/hr./ha = 1.15

Para convertir a horas y minutos se tiene:

60 min. x 0.15= 9 minutos

T.R.= 1 hora con 9 minutos diarios

Resumen:

Volumen diario de agua = 66000 ltr.

Tiempo de Riego (T. R.) = 1 hora con 9 minutos diarios

Cantidad total de agua en todo el período

(105 días) = 66000 ltr. x 105 días = 6930000 ltr = 6930 m³

Los requerimientos hídricos del maíz de acuerdo a bibliografía, es 500 mm 700 mm de agua en el cultivo de maíz. Nuestros resultados estimados (aproximados) podrían estar de acuerdo a la interpretación en una lámina de 693mm.

3.7.5.3. Datos Técnicos del Fertirriego

Q. Venturi = 150 lt/hr

Cabezal = 3”

Cintas de riego plásticas de 0.25 cm got/got

Q. de goteo =1 L/hr

Se informa que el sistema de riego fue instalado por una empresa de riego “RIEGOTEC” de la ciudad de Yacuiba, contratada por la institución del INIAF, al mismo tiempo se nos hizo partícipe de la instalación y se nos dio una práctica con técnicos especialistas en RIEGO.

3.7.5.4. Fertilizantes Utilizados en el Fertirriego

La fertilización, con Urea 46 % y Nitrato de Potasio KNO_3 se ha utilizado en los dos sistemas de riego (superficial y subterráneo), con las cantidades indicadas, las mismas no fueron analizadas en los tratamientos por considerarse, requerimientos necesarios en el cultivo.

Se ha utilizado, Urea 46% de Nitrógeno y Nitrato de potasio KNO_3

UREA 46 %

2 Kg/200 Litros de agua

KNO_3

2kg/200 litros de agua

Para determinar el requerimiento, se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- Datos de análisis de suelo
- Datos de análisis de riego (necesidades de riego)
- Requerimiento del cultivo
- Ciclo del cultivo
- Rendimientos esperados en t/ha del cultivo

Con estos datos se ha trabajado, en un programa de fertirriego para el maíz, que disponen los técnicos del INIAF

En nuestro trabajo se ha utilizado la relación de 10g de fertilizante/ litro de agua. Para otros autores, la relación es de 1g de fertilizante/ litro de agua en hortalizas como indica Molina (2018) en el cuadro siguiente.

**FERTILIZANTES MÁS USADOS EN FERTIRRIEGO:
FERTILIZANTES SIMPLES CON NITRÓGENO PARA ALGUNA
HORTALIZAS**

Cuadro N° 3

Fertilizante	Grado	Fórmula	pH (1 g/L a 20oC)
Urea	46 – 0 – 0	CO(NH ₂) ₂	5.8
Nitrato de Potasio	13 – 0 – 46	KNO ₃	7.0
Sulfato de amonio	21 – 0 – 0	(NH ₄) ₂ SO ₄	5.5
Nitrato de amonio	34 – 0 – 0	NH ₄ NO ₃	5.7
Nitrato de Calcio	15 – 0 – 0	Ca(NO ₃) ₂	5.8
Nitrato de Magnesio	11 – 0 – 0	Mg(NO ₃) ₂	5.4

Análisis de Suelo

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELOS

Gestión: 2017
 Fecha de registro: 3-pá-17
 Fecha de entrega: 9-pá-17

Remite: Ing. Liwet Vera Loayza
 Institución: INIA-FARAJA
 Departamento/Provincia: Tarja

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

IDENTIFICACIÓN

Código de la Muestra: 323
 Lugar de obtención: Chiquiza /
 Lote: /
 Nombre de Muestra: /
 Profundidad: /
 Fecha de muestreo: 09-pá-17
 Cultivo: /
 Datos Adicionales / Obs.: Centro de Innovación Agro de San Miguel 7

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
pH _{H₂O} (1:5)	—	6,25
Conductividad eléctrica: 1:5 (d.S.)	µmhos/cm	33,95
Ácido	g/kg	89,20
Urea	g/kg	192,50
Amo	g/kg	718,50
Textura	FA	—
Materia orgánica (MO) total	g/kg	8,38
Materia orgánica (MO) estable	g/kg	4,91
Nitrógeno total (N)	g/kg	0,50
Relación C/N	—	7,40
Nitrógeno disponible	mg/kg	11,81
Fósforo Olsen (P) olsen	mg/kg	1,48
Fósforo Olsen (P) internacional	mg/kg	2,86
Fósforo Bray (P)	mg/kg	—
Azufre (S)	mg/kg	14,63
Potasio intercambiable (K)	cmol/kg	0,20
Calcio intercambiable (Ca)	cmol/kg	1,39
Magnesio intercambiable (Mg)	cmol/kg	0,75
Sodio intercambiable (Na)	cmol/kg	0,19
Ácidos intercambiable (H + Al)	meq/100g	0,000
Aluminio intercambiable (Al)	meq/100g	0,000
Cap. Interc. catiónica efectiva (CEC)	cmol/kg	2,66
Hierro (Fe)	mg/kg	14,31
Manganeso (Mn)	mg/kg	4,70
Zinc (Zn)	mg/kg	0,43
Cobalto (Co)	mg/kg	0,95
Boro (B)	mg/kg	0,43

Ing. Diego Curo Chupungua
Jefe de Laboratorio

FUNDACION CETABOL
SANTA CRUZ BOLIVIA

Ing. Milson Flores Cayo
Analista de Laboratorio

Interpretación del Análisis de Suelo:

Profundidad = 0,20m

Nitrógeno Total = 0,5 gr/kg de suelo

Densidad Aparente = 1,43 gr/cm³

Nitrógeno disponible = 11.61mg/kg

Fosforo= 1,48 mg/kg

Potasio = 0.20 cmolc/kg o 0.20 meq/100g de suelo

Peso del suelo

$$V = A \times P$$

$$V = 10000\text{m}^2 \times 0.20\text{m} = 2000 \text{ m}^3$$

$$D = M/V$$

$$M = D \times V$$

$$M = 1.43\text{tn/ha} \times 2000 \text{ m}^3 = 2860\text{tn/ha}$$

M= 2860000 kg/ha

Calculo del N

0,5g/kg de suelo ----- 1 kg de suelo

X----- 2860000 kg de suelo

X= 1430000 g de Nitrógeno total (convertido a kg)

X = 1430 kg de NT

Por 2%

X= 28,6 Nitrógeno disponible

Calculo del fosforo (P)

1.48 mg de P ----- 1 kg

X-----2860000 kg de suelo

X= 4232800 mg de P

X= 4.2 kg de P/ha

142 kg de P₂O₅ -----62 kg de P

X ----- 4,2 kg de P/ha

X= 9,61 kg de P₂O₅

4,2 kg de P/ha X 2.29 = 9,61

Calculo del potasio (K)

0.20 meq/100g de suelo

1meq de K 39/1000 = 0.039 g

0.039 g -----0,1 kg de suelo

X ----- 2860000 kg de suelo

X = 1115400 g de K

X= 1115,4 kg de K

$$1115,4 \times 0,20 \text{ meq} = \underline{223 \text{ kg de K}}$$

94 kg de K_2O_5 (peso molecular) -----78 kg de K

X ----- 223 kg de K

$$\underline{X = 268,7 \text{ kg de } K_2O_5}$$

Resumen: N = 28,6 kg de N/ha; 9,61kg de P_2O_5 ; 268, 7 kg de K_2O_5

3.7.6. Manejo del cultivo

3.7.6. 1. Preparación del Terreno

En fecha 27 de abril del año 2018 se inició con la preparación del terreno, realizando una arada y posteriormente el rastreo y así obtener un suelo bien mullido. Esta labor fue de forma mecánica con el tractor de la institución, para darle las condiciones adecuadas a la semilla para el establecimiento del ensayo.

3.7.6. 2. Siembra

La siembra se realizó en fecha 15 de septiembre 2018, el cual se utilizó como variedad de maíz el INIAF CHOCLERO BLANCO, a una densidad de 0.70 m de Ss/Ss y 0.25m de, Pl/pl, en el Centro Experimental de Chaguaya con una dimensión de parcelas de 16m de ancho por 60m de largo cada una de las parcelas.

3.7.6.3. Control Fitosanitario

Se ha realizado un solo control, contra el gusano cogollero

3.7.6.4. Control de Malezas

El control de malezas se realiza con varias carpidas y utilizando aperos al cultivo para no dejar crecer las malezas.

3.7.6. 5. Cosecha

La cosecha de los choclos comenzó a partir de los 95 días adelante, se cosecho de acuerdo a su maduración de grano llenos, listo para el mercado.

3.7.7. Evaluación de la Producción de Choclos/ha

Cálculo de la población de las plantas/ha a través de la siguiente fórmula.

$$P/ha = 10000 \text{ m}^2 \times 0,70 \times 0,25$$

- Muestra de 12 plantas por lote

3.7.7.1. Selección de Producción en Primera y de Segunda calidad

- Primera de 12 a 17 cm de largo
- Segunda de 10 a 12 cm de largo

A esta población docena/ha se disminuyó el 15% por considerar, aspecto que lo hace no comercial en el mercado, que puede ser mal llenado de la espiga.

3.8. Variables de Respuestas

- Altura de planta en cm
- Número de choclos/planta
- Número de choclos/ha
- Tamaño de Mazorca en cm

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Dosificación del Fertirriego

Cuadro N° 4

N°	ESTADO	N° de Fertirriego	horas	L/H2O	URE 46 % 2 KG/200 LT agua	KNO₃ 2kg/200 litros agua
1	Crecimiento	5	20	4000	10	10
2	Floración	3	12	2400	6	6
3	Fecundación del grano	2	8	1600	4	4
Total		10	40	8000	20	20

Como se puede observar el siguiente cuadro se utilizó 20 kg de KNO₃ y UREA 46 % el cual se usó una dosificación de 2 kg x 200 litro de H₂O utilizando un total de 8000 L. de agua con un Q de 150 L/h por el sistema Venturi, el cual se suministró de acuerdo al ciclo fenológico del cultivo de maíz.

4.2. Evaluación del Tratamiento Riego Superficial

4.2.1 Altura de Planta en (m) de la Variedad INIAF CHOCLERO BLANCO Tratamiento Riego Superficial

Cuadro N° 5
Altura de Planta en (m)

Tratamiento	N° de plantas	Altura en m
Riego superficial	1	2,34
	2	2.33
	3	2,36
	4	2,30
	5	2.29
	6	2.34
	7	2,34
	8	2,31
	9	2,36
	10	2.31
	11	2,34
	12	2.33

Cuadro N° 6

Análisis de Dispersión de Altura de Planta en m Variedad INIAF

CHOCLERO BLANCO

Tratamiento	X	S ²	S	CV en %
Riego superficial	2,32	0,00059	0,024	1%

El promedio de altura es de 2.32m, demostrando un buen crecimiento y desarrollo, comparando con Pasturas de América (2019), nuestros resultados están dentro de los rangos de altura que los autores indican, que el maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 5 m de altura (lo normal son 2 a 2,50 m). Muy robusta, su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de anchas por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

La desviación estándar, es de 0,024 m, lo que nos indica que la altura con relación a la media, puede ser hacia arriba con 2.34 m y hacia abajo con 2.29 m comparando con la altura promedio (2.32m), de igual manera el coeficiente de variación corrobora que solo existe el 1% de variación, en las medidas de alturas de planta, existiendo poca diferencia en el tamaño.

**4.2.2. Tamaño de Mazorca en (cm) de la Variedad INIAF CHOCLERO
BLANCO, Tratamiento Riego Superficial**

**Cuadro N° 7
Tamaño de Mazorca en (cm)**

Tratamiento	N° de plantas	Tamaño de mazorca en cm
Riego superficial	1	17,8
	2	17,6
	3	16.3
	4	17.4
	5	16,4
	6	17.3
	7	16 .8
	8	17,9
	9	16,4
	10	17,3
	11	16 4
	12	16.7

Cuadro N° 8
Análisis de Dispersión de Tamaño de Mazorca en (cm) Variedad INIAF
CHOCLERO BLANCO

Tratamiento	X	S²	S	CV en %
Riego superficial	17,03	0,3130	0,559	3,2%

El tamaño promedio del largo de mazorca en nuestro trabajo está alrededor de los 17 cm de largo, menor longitud de los indicados por la bibliografía consultada, debido principalmente a la variedad de maíz, quienes manifiestan que. El maíz dulce debe presentar una mazorca cilíndrica de 4 a 6 cm de diámetro, largo entre 15 y 30 cm y peso de ± 200 g; el tipo “choclero” mide entre 8 a 10 cm de diámetro, 25 cm de largo y pesa 500 g respectivamente. Las chalas deben ser de color verde y turgente. Los granos deben ser uniformes, dispuestos en hileras, del color típico del cultivar (generalmente amarillo) y lechosos al romperlos.

La desviación estándar, es de 0.559 cm, indicándonos que solamente la diferencia es de medio centímetro aproximadamente, con relación al tamaño promedio de mazorca, con los valores hacia arriba como hacia abajo (+ 17.589; - 16.471). El coeficiente de variación, nos indica que los valores de la muestra están variando en el orden del 3.2%,

**4.2.3. Número de Choclos por Planta, de la Variedad INIAF CHOCLERO
BLANCO Tratamiento Riego Superficial**

**Cuadro N° 9
Número de Choclos por Planta**

Tratamiento	N° de plantas	N° de choclos/planta
Riego superficial	1	2
	2	3
	3	2
	4	2
	5	3
	6	3
	7	3
	8	3
	9	3
	10	2
	11	3
	12	3

Cuadro N° 10

Análisis de Dispersión de Numero de choclos por Planta, Variedad INIAF CHOCLERO BLANCO

Tratamiento	X	S ²	S	CV en %
Riego superficial	2.6	0,24	0,48	18%

Según el análisis de dispersión las producciones de choclos por planta están a 2,6 choclos por planta, una media de las 12 planta evaluadas del lote, estos indican que la producción está dentro del rango productivo de choco a nivel mundial. El coeficiente de variación, con relación al número de mazorcar por plantas, puede variar en un 18% comparando con valores de la media (2.6), esto quiere decir que un 82% pueden tener el mismo número de mazorcas

4.3. Evaluación del Tratamiento Riego Subterráneo

4.3.1 Altura de Planta en (m) de la variedad INIAF CHOCLERO BLANCO

Cuadro N° 11

Altura de la planta en m

Tratamiento	N° de plantas	Altura en m.
Riego Subterráneo	1	1,88
	2	1,90
	3	2,00
	4	1,76
	5	1.60
	6	1,55
	7	1,67
	8	1.80
	9	1,48
	10	1.77
	11	1,65
	12	1,90

Cuadro N° 12

**Análisis de Dispersión de Altura de Planta en (m) Variedad INIAF
CHOCLERO BLANCO**

Tratamiento	X	S ²	S	CV en %
Riego Subterráneo	1,74	0.0306	0.1749	10%

Según los datos tabulados en el cuadro tenemos una media de 1,74 m de altura, que no está en el rango de la altura del choclero blanco, que según su descripción esta variedad mide de 2m a 3m de altura, puede atribuirse esta diferencia al manejo y a las condiciones climáticas.

La desviación estándar, es de 0.1749 m, lo que nos indica que la altura con relación a la media, puede ser hacia arriba con 1.91 m y hacia abajo con 1.56 m comparando con la altura promedio (1.74m), de igual manera el coeficiente de variación corrobora que existe el 10% de variación, en las medidas de alturas de planta,

**4.3.2 Tamaño de Mazorca en (cm) de la variedad, INIAF CHOCLERO
BLANCO Tratamiento Riego Subterráneo**

**Cuadro N° 13
Tamaño de mazorca en cm**

Tratamiento	N° de plantas	Tamaño de mazorca en cm
Riego Subterráneo	1	13,8
	2	13,6
	3	13.3
	4	12.4
	5	12,4
	6	13.3
	7	13 .8
	8	13,5
	9	12,4
	10	13,3
	11	12,4
	12	13.0

Cuadro N° 14
Análisis de Dispersión de Tamaño de Mazorca en (cm) Variedad, INIAF
CHOCLERO BLANCO

Tratamiento	X	S ²	S	CV en %
Riego Subterráneo	13,1	0,316	0,562	4.2%

El tamaño de mazorca es de 13,1 cm media tabulada de las 12 planta evaluadas, del tratamiento riego subterráneo que están dentro del rango de tamaño de mazorca de la variedad INIAF choclero blanco según su descripción.

La desviación estándar, es de 0.562 cm, indicándonos que solamente la diferencia es de medio centímetro aproximadamente, con relación al tamaño promedio de mazorca, con los valores hacia arriba como hacia abajo (+ 13.66; - 12.53). El coeficiente de variación, nos indica que los valores de la muestra están variando en el orden del 4.2%,

**4.3.3 Número de Choclos por Planta de la variedad, INIAF CHOCLERO
BLANCO Tratamiento Riego Subterráneo**

**Cuadro N° 15
Numero de choclo por planta**

Tratamiento	N° de plantas	N° de choclos/ Pla
Riego Subterráneo	1	2
	2	1
	3	1
	4	2
	5	1
	6	2
	7	1
	8	2
	9	1
	10	2
	11	2
	12	1

Cuadro N° 16
Análisis de Dispersión de Numero de Choclos por Planta Variedad, INIAF
CHOCLERO BLANCO

Tratamiento	X	S ²	S	CV en %
Riego Subterráneo	1.5	0,26	0,50	33%

Estadísticamente el riego subterráneo no es aconsejable para producción de choclo ya que según los datos tabulados presentan una media de 1,5.

El coeficiente de variación, con relación al número de mazorcar por plantas, puede variar en un 33% comparando con valores de la media (1.5), esto quiere decir que un 67% pueden tener el mismo número de mazorcas/ plantas, considerándose muy poco uniforme.

4.4. Comparación de medias Entre Ambos tratamientos: Riego superficial vs. Riego Subterráneo

Cuadro N° 17
Comparación de medias de Altura de Planta en (m) Entre Ambos
tratamientos: Riego superficial vs. Riego Subterráneo

Tratamiento	Medias de Altura de planta/muestreo (12)	tc	tt	significancia al 95%
Riego Superficial	17,03	3.92	2,07	S
Riego Subterránea	13,1			

Los valores de altura de planta en m, de la variedad INIAF Choclero blanco, demuestran que, aplicando el Riego superficial, estadísticamente son diferentes las alturas con aplicación del Riego subterráneo.

Los valores de t_c (3.92) son mayores a t_t (2.07), por lo que se rechaza la hipótesis nula, demostrando que hay diferencia estadísticamente, referente a las alturas de planta.

4.4.1. Comparación de medias del Número de Choclos/ planta, Entre Ambos tratamientos: Riego superficial vs. Riego Subterráneo

Cuadro N° 18
Comparación de medias del Número de Choclos/ planta, Entre Ambos
tratamientos: Riego superficial vs. Riego Subterráneo

Tratamiento	Medias de unidades de choclo/muestreo (12)	T_c	t_T	significancia AL 95%
Riego Superficial	2,6	5,5	2,07	S
Riego Subterránea	1,5			

Los valores del número de choclos por planta, de la variedad INIAF Choclero blanco, demuestran, que, aplicando el riego superficial, estadísticamente son diferentes a la aplicación del riego subterráneo.

Los valores de t_c (5.5) son mayores a t_t (2.07), por lo que se rechaza la hipótesis nula, demostrando que hay diferencia estadísticamente, referente al número de choclos/planta.

4.5. Evaluación de la Producción, Número de choclos/ha Variedad INIAF CHOCLERO BLANCO

Cuadro N° 19

Evaluación de la Producción, Número de choclos/ha Variedad INIAF CHOCLERO BLANCO

Tratam	N° de plantas/ha	N° de choclos/plantas	N° de choclos/ha	Docenas de choclos/ha	(- 15%)	Primera clase 70%	Segunda clase 30%
1	57143	2,6	148572	12381	10524	7367	3157
2	57143	1,5	857145	7142	60713	4999	2142

En el cuadro podemos ver la diferencia de la producción de choclo/ha del tratamiento con riego superficial y riego subterráneo, en el riego superficial la producción es de 12381 docenas de choclos/ha, y con el riego subterránea es de 7142 docenas de choclos/ha.

4.6. Fase de cuajado del Grano y Floración en Días, Variedad INIAF

CHOCLERO BLANCO

Cuadro N° 20

Fase de cuajado del Grano y Floración en Días, Variedad INIAF CHOCLERO

BLANCO

Cuajado de grano	Floración masculina	Floración femenina
80 a 90 días	60 – 65 días	65 – 70 días

4.7. Costo de producción de Choclo var: INIAF Choclero Blanco/ha en Bs.

Cuadro N° 21

Costo de producción

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (Bs.)	Valor Total (Bs.)
Costos directos				
1.Preparacion de suelos				
Arada	Hora/ tractor	2	200	400
Rastreada	Hora/ tractor	2	200	400
Sub. total de preparación de suelos				800
4. Mano de obra				
Siembra mecanizada	Global	1	200	200
Aporque	Jornal/tracción animal	1	200	200

Control de plagas	Jornal	4	100	400
Control de malezas	Jornal	4	100	300
Fertilización	Jornal	4	100	400
Riegos suplementarios	Jornal	4	100	400
Cosecha manual y selección	Jornal	8	100	800
Transporte	Viajes	8	150	1200
Sub total de mano de obra				3900
5. Insumos				
Semilla certificada	Kg/ha	20	12	240
Fertilizantes				
urea	50 Kg	3	200	600
Nitrato de potasio	50 Kg	3	320	960
Bolsas	Bolsa	100	2.5	250
Pesticidas (herbicida, insecticida)	Global	-----	-----	700
Sub total de insumos				2750
Total				7450 Bs.

- No se considera las herramientas
- Costo de la instalación de riego, tiene un valor de 20000Bs./ ha

4.8. Análisis Económico

Cuadro N° 22

Ingreso en Bs.

Tratamientos	Primera clase (docenas)	Precio/ docenas 12Bs.	Segunda clase (docenas)	Precio/ docenas 10Bs.
Riego Superficial	7367	88404	3157	31570
Riego Subterráneo	4999	59988	2142	21420

Cuadro N° 23

Relación Beneficio Costo

Tratamientos	Beneficios en Bs.	Costos en Bs.	Des beneficio 10%	Relación B/C
Riego Superficial	88404	27450	8840	2.8
Riego Subterráneo	59988	27450	5998	1.9

De acuerdo a los resultados del análisis de beneficio – costo, con la aplicación de los dos tipos de riegos (superficial y subterráneo), el riego superficial nos indica que, por cada boliviano invertido, se tiene ganancia de 1.8 Bs.

Con la aplicación del riego subterráneo, la ganancia neta es de 0,9 Bs.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La variedad INIAF Choclero blanco, con la aplicación de riego superficial, ha producido 7367 docenas de primera clase de choclos/ha. y 3157 docenas de choclos/ha de segunda clase.
- La variedad INIAF Choclero blanco, con la aplicación de riego subterráneo, ha producido 4999 docenas de primera clase de choclos/ha. y 2142 docenas de choclos/ha de segunda clase.
- Realizando comparaciones de medias relacionadas al número de Choclos/planta, entre ambos tratamientos: Riego superficial vs. Riego Subterráneo, se ha demostrado que estadísticamente son diferentes.
- La relación beneficio – costo, con el riego superficial nos indica una relación, que por cada boliviano invertido se tiene un beneficio – costo de 2.8 Bs y con el riego subterráneo el beneficio - costo es de 1.9 Bs.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda, utilizar riego tecnificado superficial, en el cultivo del maíz para choclo, demostrando proveer lo necesario de agua en todas las fases del cultivo, para obtener una buena producción.
- Es recomendable el fertirriego, cuando se utiliza riego tecnificado, para aprovechar la instalación de todo el sistema.
- Se recomienda continuar con ensayos investigativos, con esta variedad INAF Choclero blanco, por haber demostrado un buen comportamiento en la comunidad de Chaguaya.