

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN DEL CULTIVO DEL SORGO FORRAJERO

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I D. C. Las esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años A. C. Sin embargo, por la diversidad de variedades encontradas, en ese sentido el sorgo quizás sea originario de África Central (Etiopía o Sudán), pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad. Esta disminuye hacia el norte de África y Asia, sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente en África. El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 D. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África (Gutiérrez, 2003).

Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo granífero. Eran muy altos y, por lo tanto, susceptibles al vuelco y difíciles de cosechar. Además, maduraban muy tardíamente. El desarrollo posterior de tipos precoces, así como de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras prácticas de producción, estableció firmemente al sorgo Granífero como un importante cultivo. El proceso más trascendental, sin embargo, aún no había llegado. Los híbridos se hicieron realidad hacia 1950 y actualmente los rendimientos alcanzan más de $13.440 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ en los sorgos Graníferos híbridos (Duthil, 2016).

1.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO A NIVEL MUNDIAL

El cultivo del sorgo cuyo origen algunos especialistas lo ubican en África, otros en la India, posteriormente a China y a los Estados Unidos a inicios del siglo XVII, es una gramínea áspera con estructura, desarrollo y apariencia general similar a la del maíz (Gutiérrez, 2003).

1.3. CLASIFICACIÓN A NIVEL MUNDIAL

- A). Sorgos anuales
- B). Sorgo dulce o forrajero o sacarino
- C). Sorgo para grano no sacarino
- D). Sorgo escobero
- E). Sorgo para pastoreo (Gutiérrez, 2003).

En relación a sus usos puede ser empleado tanto en alimento humano, forrajero y en procesos industriales, aunque su principal utilización es para forraje, presenta casi un valor alimenticio igual al maíz 2% más en proteínas y 1% menos en grasas.

La producción mundial de sorgo en los últimos 10 años se ha mantenido 50 millones de toneladas, excepto 1991-93 que supero las 65 millones de toneladas, siendo los países más productores: Estados Unidos, la India, Nigeria y China que en su conjunto producen el 65% de la producción mundial, siendo Estados Unidos el más grande productor con 16.9 millones de ton. Anuales (Frankel, 2008).

1.4. IMPORTANCIA DEL CULTIVO A NIVEL NACIONAL

La siembra del sorgo en Bolivia se inicia en 1976 con 1.200has. Llego de la mano de la avicultura, gracias a que es uno de los granos esenciales para el alimento balanceado para este rubro, además también para la porcicultura y también para la lechería en menor proporción.

1.5. ORIGEN CITOGÉNÉTICO

El sorgo pertenece a familia gramínea, tribu andropogoneae. Esta la tribu andropogoneae comprende dos géneros de sorgo: el género sorghum, en el cual se encuentra el sorgo y el género saccharum. El número de cromosomas básicos es de 5, 9 y 10, según las distintas especies. El número básico de cromosomas entre la tribu Maydeae y la tribu Andropogoneae es de 5 y 10, por lo tanto, la póliploidia ocurre frecuentemente entre las dos tribus, (Gutiérrez, 2003). Entendiéndose por poliploidia cuando un individuo tiene dos juegos de cromosomas en sus células somáticas.

1.6. CLASIFICACION TAXONÓMICA DEL SORGO

Reino.....Vegetal
 División.....Trachaeophyta
 Subdivisión.....Pteropsidae
 Clase.....Angiospermae
 Subclase.....Monocotiledone
 Grupo.....Glumiflora
 Orden.....Graminales
 Familia.....Gramínea
 Subfamilia.....Panicoideas
 Tribu.....Andropogonee
 Género.....Sorghum
 Especie.....Vulgare
 Nombre científico:..... Sorghum vulgare

Fuente: Herbario universitario (Acosta, I. 2020).

1.7. Clasificación Sexual

El sorgo es una planta: sexual, monoica, hermafrodita, incompleta, perfecta, sexual. Porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino. Monoica por encontrarse el androceo y el gineceo en una misma planta.

Hermafrodita. Por contener el androceo y el gineceo en una misma flor. Incompleta. Por carecer de una de las estructuras del perianto floral. Perfecta. Por encontrarse flores que tienen los 2 órganos sexuales en la misma flor (Gutiérrez, 2003).

1.8. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

1.8.1 La raíz

Las raíces del sorgo son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a la falta de agua. La planta crece lentamente hasta que el sistema radicular está bien establecido, de tal manera que para la época de madurez las raíces abastecen un área foliar aproximadamente de la mitad de aquella del maíz. La planta puede permanecer latente durante largos periodos de sequía sin que las partes florales en desarrollo mueran, pudiendo además continuar nuevamente el crecimiento una vez que las condiciones vuelvan a ser favorables (Ratikanta, 2010).

1.8.2 Tallos

Estos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden crecer a una altura de 0.60 m. a 3.50 m. estando divididos longitudinalmente en canutos (entrenudos) cuyas uniones las forman los nudos y de los cuales emergen las hojas. Cada uno está provisto de una yema lateral. En algunas variedades una, dos o tres de las yemas inferiores se desarrollan para formar macollos; esta clase de amacollamiento no se considera indeseable, sin embargo, el desarrollo de yemas laterales en los nudos superiores tiene como resultado una especie de ramas cuyas espigas maduran mucho más tarde que la principal y por lo tanto es indeseable, la longitud de los entrenudos o canutos determinan la altura de la planta. Por lo que algunas variedades enanas dobles, enanas y altas, de la misma precocidad y en el mismo estado de madurez, tendrán el mismo número de hojas, nudos y entrenudos, siendo la diferencia en estatura debida a la misma longitud de los entrenudos en algunas variedades pero diferente en otras, explicar no se entiende. desarrollo mueran, pudiendo además continuar nuevamente el crecimiento una vez que las condiciones vuelvan a ser favorables (Gutiérrez, 2003).

1.8.3 Hojas

Las hojas aparecen alternas sobre el tallo, las vainas florales son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas, todas las variedades varían en el tamaño de sus hojas, pero todas ellas las poseen algo más pequeñas que las de maíz. Las hojas del sorgo se doblan durante periodos de sequía, características que reduce la transpiración, contribuye a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía (Gutiérrez, 2003).

1.8.4 Flores

La inflorescencia del sorgo se denomina con el nombre de panícula, ésta es compacta o semicompacta en algunas variedades como los *milos*, *hegaris*, *kafirs*, etcétera, y abiertas en otras como los *Shallus*, sorgos escoberos, el pasto Sudán, algunos sorgos forrajeros, etcétera. Las florecillas son de dos clases sésiles y pediceladas, las últimas son por lo general estaminadas. Cada florecilla sésil contiene un ovario, el cual después de la fecundación se desarrolla para formar una semilla (Ratikanta, 2010).

1.8.5 Grano

Los granos. El color de la semilla, ya sea blanco, rojo, amarillo o café proviene de complejos genéticos que envuelven al pericarpio. La mayor parte de la cariósida (fruto de las gramíneas) es endosperma, el cual se compone de almidón casi en su totalidad. El grano de sorgo está constituido básicamente por proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y polifenoles, en porcentajes variables según genotipo y ambiente de sorgo, en número de 25.000 a 60.000 por Kg. Son pequeños en comparación con aquellos de maíz, los cuales se encuentran en número de 4.000 a 8.000 por Kg. Como puede notarse, el número de los primeros es mucho mayor que el de los segundos (Robles, 2014).

1.9. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

1.9.1 Temperatura

Por ser una especie de origen tropical, el sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros

cultivos. Para una buena germinación, el suelo, a 5 cm de profundidad, debe tener una temperatura no inferior a los 18°C. Si el suelo estuviese más frío, entre 15 y 16 °C, tendría una emergencia lenta y des uniforme, con plántulas débiles y rojizas. Durante la floración requiere una mínima de 16°C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y afectar la viabilidad del grano de polen.

1.9.2 Humedad

Los sorgos se cultivan ampliamente en las zonas tropicales y templadas, pueden desarrollarse en regiones muy áridas. Su mayor capacidad para tolerar la sequía, alcalinidad y las sales, que la mayor parte de las plantas cultivadas, hace de los sorgos un grupo valioso en zonas de escasa humedad o de poca precipitación, es propio el sorgo de cultivares en las áreas donde la lluvia es insuficiente para el cultivo del maíz, como en aquellas que tengan una distribución de 400 a 600 mm de precipitación media anual.

1.9.3 Altitud

Por sus altas exigencias de temperatura, raramente se le cultiva más allá de los 1.800 m de altura. Se cultiva favorablemente de 0 a 1.000 msnm.

En México se ha cultivado con éxito a 2.200 msnm. En el valle de Toluca que tiene una altitud de 2.600 msnm se han hecho pruebas con resultados satisfactorios.

1.9.4 Latitud

El sorgo se puede cultivar desde los 45° latitud Norte a la 35 ° latitud Sur; en el área comprendida entre estas latitudes es donde se puede cultivar el sorgo con mayores rendimientos, debido a que más al norte o más al sur las temperaturas son más bajas y no se puede cultivar con buenos rendimientos.

1.9.5 Suelo

Puede cultivarse en una diversidad de suelos pero será mejor en los terrenos ligeros, profundos y ricos en nutrientes los de aluvión son buenos. Los suelos arcillosos, aunque pueden proporcionar buenos rendimientos, tienen el inconveniente de la

sequía hace daños en el sistema radicular, al agrietarse el terreno por lo que hay que recurrir al agua de riego en los casos extremos.

Se ha encontrado este cultivo puede efectuarse en terrenos con ciertas proporciones de sales solubles que limita la producción de otros cultivos (S.E.P., 2011).

1.10 Composición Química Del Sorgo

La composición química del sorgo es bastante similar a la del maíz con la diferencia en el contenido de almidón y proteína que es mayor en sorgo, El contenido de proteína del sorgo está comprendido entre 7 y 14 %, con una media de 10,7 % dependiendo del cultivar utilizado y factores de suelo y clima. El contenido de proteína del endosperma está más influenciado por la eficiencia en la absorción de Nitrógeno (N) y su trasladación a la semilla, que por la cantidad y forma de N aplicado al suelo. El N conduce más a menudo a un alto rendimiento de grano, que a un contenido más elevado de proteína en el grano. El N foliar menté aplicado, resulta en un mayor contenido de proteína del grano, que el N aplicado al suelo.

Las proteínas del sorgo son en general altas en los aminoácidos, leucina, ácido glutámico, alanina, prolina y ácido aspartico, siendo lisina, metionina y triptofano los más limitantes.

El contenido de lípidos es más alto en el embrión (germen) y más bajo en el endosperma con un contenido general de 3 – 4 % (Cuadro 1 y 2). Aproximadamente el 80 % de los lípidos en sorgo son insaturados.

	Sorgo	Maíz
Proteína%	7,0-14,0	10,0
Lípidos%	2,4-6,5	4,5
Carbohidratos%	70,0-90,0	71.0
Fibra%	1,2-3,0	2,0

FUENTE:http://www.produccion,animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/42-calidad_y_composicion_del_grano_de_sorgo.pdf

1.11 Calidad Nutricional Del Sorgo Forrajero

La calidad del forraje debe incluir también la evaluación conjunta del contenido de proteína, digestibilidad y consumo voluntario de materia seca por parte del animal. Por ello, se recomienda evaluar el valor relativo del forraje (VRF) y la calidad relativa del forraje (CRF), los cuales son índices utilizados en la predicción y clasificación de la calidad nutricional de los forrajes mediante el análisis combinado del consumo animal esperado y la digestibilidad de la materia seca. Con base en los niveles obtenidos para estas variables, se considera que valores iguales y mayores a 100 denotan buena calidad nutritiva de los forrajes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y valor nutricional del forraje obtenido en tres variedades de sorgo dulce cultivadas en cuatro ambientes del estado de Durango.

1.12 Principios Nutritivos Del Sorgo Forrajero

El valor nutritivo de los forrajes está directamente relacionado con su composición química y digestibilidad, las cuales son características que varían ampliamente debido a diversos factores tales como: especie, variedad, uso de fertilizante, etapa de cosecha y condiciones ambientales registradas durante el cultivo. Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de los alimentos que puede ser degradada por el aparato digestivo y el tipo de nutrientes que se tornan disponibles para el animal durante el proceso de digestión y absorción.

1.13 LOS TANINOS

Los taninos ejercen una acción negativa sobre la energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn) y relacionando estos resultados con el consumo de alimento determinó, que el aumento del consumo es debido al menor contenido energético de los sorgos con altos contenidos de taninos y que especialmente afectan el crecimiento de los pollos en la etapa de iniciación debido probablemente también a una disminución en el aporte proteico.

La Energía Metabolizable (EM) del sorgo ha sido evaluada por varios investigadores quienes enfatizan las diferencias debidas a la concentración de taninos, así como la concentración de energía metabolizable (EM) concluyendo que la energía metabolizable decrece en 40 Kcal por cada 0.1% de taninos (Lenz, 2007).

1.13.1 Taninos condensados

Son un complejo de polímeros fenólicos que se encuentran ampliamente distribuidos en muchos vegetales incluyendo árboles, frutas y pastos. La presencia de los TC en los cereales es rara pero no así en los sorgos graníferos genotípicamente pardos poseedores de “testa pigmentada” en cuyas células se sintetizan (Mehansho, 2007). Las investigaciones de Hahn (2011), permitieron referir a los taninos condensados como polímeros fenólicos de alto peso molecular (500 a 3000 daltons), solubles en agua, que resultan de la condensación de unidades de flavan-3-ols o catequina y a los cuales se les refiere como proantocianidinas (Salunkhe, 2013).

1.13.2 Efectos de los taninos condensados en la nutrición

La presencia de grupos hidroxil-fenólicos libres permiten a los taninos formar fuertes complejos con la proteína y otras macromoléculas de ahí que los taninos tienen un profundo efecto en la disponibilidad de muchos nutrientes además producen cambios en la fisiología de los animales. Los taninos no solamente afectan la calidad de los alimentos sino que también causan toxicidad, (BUTLER, 2015).

Los taninos tienen su mayor impacto en la nutrición animal por la habilidad para formar complejos con numerosas moléculas tales como: carbohidratos, proteínas, polisacáridos, membranas de las células bacterianas, enzimas involucradas en la digestión de carbohidratos y proteínas (BUTLER, 2015).

1.13.3 Efectos de los taninos sobre digestión y metabolismo:

1. Los taninos deprimen el consumo voluminario.
2. Los taninos forman complejos con proteínas dietéticas y otros compuestos de la dieta.

3. Los taninos forman complejos con enzimas digestivas interfiriendo así con la digestión normal.
4. Los taninos forman complejos con las proteínas endógenas lo cual lleva a una salida del nitrógeno suministrado y en particular de los aminoácidos.
5. Los complejos de los taninos lesionan parte del tracto alimenticio.
6. Los taninos y sus productos de hidrólisis son absorbidos y tienen efectos tóxicos en el organismo.

La capacidad de los taninos para atrapar proteínas ha sido reconocida por siglos, el curtido de cueros es una práctica muy antigua. La interacción tanino proteína son específicas y dependen de la estructura de ambas, proteína y taninos. (Orihuela 2012)

1.13.4 Efecto de los taninos sobre las enzimas digestivas

Las enzimas digestivas como la amilasa, lipasa, tripsina son fuertemente inhibidas por los taninos condensados afectando en esta forma la digestibilidad de proteínas, grasas y almidones.

Los taninos condensados inhiben más la tripsina que los taninos hidrolizables mientras que estos últimos inhiben la lipasa y ambos inhiben amilasa. A todos estos factores se atribuye el incremento en los niveles de nitrógeno, y del contenido de lípidos en las heces de animales alimentados con sorgos ricos en taninos. Pero también se incrementa la materia seca excretada y el nitrógeno fecal de origen endógeno en aves, existiendo una correlación negativa altamente significativa entre taninos condensados y la retención de nitrógeno.

La magnitud del efecto inhibitorio de las enzimas digestivas por acción de los taninos se ha relacionado con:

- a) La cantidad de la proteína dietaría.
- b) Formación de complejos tanino de la proteína antes de la ingestión.
- c) Inhibición de varias enzimas en el tracto digestivo.
- d) Diferencias de afinidad entre los taninos y las enzimas digestivas.
- e) El pH del tracto digestivo.
- f) El tipo y fuente del tanino.

g) Especie y edad del animal.

1.13.5 Efecto sobre el tracto digestivo.

Existen un gran grupo de compuestos polifenólicos dentro de los cuales se encuentra los ácidos fenólicos, flavonoides y taninos. Todos los sorgos contienen fenoles los cuales inciden en su color, apariencia y calidad nutricional aunque el ácido tánico no es el mejor patrón de referencia para hacer estudios de toxicidad de los taninos.

Se ha observado en duodeno, buche y proventrículo daños formo-funcionales. Se determinaron daños en las mucosas de estos órganos, degeneración vacuolar en las glándulas tubulosas simples ramificadas del buche. Ocasionadas por algún agente irritante. El mecanismo de defensa activado para contrarrestar la acción de los taninos como barrera química es la producción de mucoproteínas endógenas, que van a terminar afectando la respuesta productiva en aves.

Generalmente los taninos inducen una respuesta negativa cuando son consumidos estos efectos pueden ser instantáneos como el sabor astringente, amargo o desagradable o pueden tener una respuesta tardía relacionadas con efectos tóxicos o anti nutricionales, (Giménez, 2014).

1.13.6 Desactivación de taninos

Una limitante del sorgo para la alimentación animal se relaciona con su contenido de tanino. Alrededor del 65 al 70 % del área sorgera argentina se siembra con cultivares que presentan elevados niveles de tanino (llegan al 1,2 - 1,3 %). Según los técnicos, esto les permite enfrentar los elevados porcentajes de humedad ambiente durante las últimas etapas del cultivo. Esas condiciones son predisponentes del ataque de hongos que causan enfermedades de la panoja y de los granos.

Un tratamiento de los granos con urea, desarrollado en los Estados Unidos, permite que en pocos días los niveles de tanino prácticamente desaparezcan. Eligio Debórtoli, productor tambero de Sunchales, Santa Fe, lo viene aplicando desde hace 3 años.

El tratamiento consiste en la cosecha de los granos aún húmedos o en reconstituirlos a niveles del 25 al 30% de humedad y en mezclarlos con un 3 % de urea. Según la

información estadounidense, después del tratamiento los granos deben ser almacenados, sin taparlos, en un tinglado o galpón. El proceso no requiere compactación, como en el caso del ensilaje, y se basa en la elevación del pH a valores de 8,3 - 8,4 que impiden el desarrollo de microorganismos.

Por acción de la urea, la cubierta de los granos (pericarpio) queda resquebrajada.

Los trabajos norteamericanos muestran que el contenido de tanino, partiendo de granos con un 1 %, al segundo día se reduce al 0,4 % y después de 8 a 10 días no se detecta en los análisis agregan que, a pesar de la alta humedad, la temperatura no se eleva durante el almacenamiento (Lenz, 2007).

1.14 Ciclo Vegetativo

Es el número de días que una planta necesita para llegar a la cosecha a partir del momento de la siembra, pasando por un determinado número de etapas fonológicas. Su ciclo de este cultivo es de 90 a 140 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica según sea la variedad y las condiciones ambientales de la región.

1.15 ETAPAS FENOLÓGICAS

1.15.1 Fase Vegetativa

La Germinación y Desarrollo de la Planta es cuando una semilla se coloca en un suelo húmedo, absorbe el agua y se hincha. La germinación ocurre rápidamente si el suelo es caliente (20° C o más) Cuando la semilla se hincha el tegumento se rompe y emerge un pequeño coleptilo y una raíz primaria (radícula). El coleptilo crece y aparecen más raíces primarias que emergen de la superficie del suelo (Richer, 2015).

La planta joven empieza a crecer añadiendo más hojas y el coleptilo permanece como un tejido en la base de la planta. El mesocotilo crece durante este periodo y se forma un nido en la base del coleptilo justo debajo de la línea del suelo. La plántula joven utiliza durante este periodo el alimento almacenado en el endospermo al tiempo que las raíces secundarias comienzan a desarrollarse el mesocotilo comienza a morir y el sistema radicular mayor se desarrolla de las raíces secundarias o adventicias. Algunos sorgos amacollan profusamente, especialmente el zacate sudan y los sorgos

forrajeros. Los sorgos para grano varían en su capacidad para amacollar, pero comúnmente solo lo hacen si hay una humedad adecuada o una baja población, es decir si es rala (Richer, 2015).

1.15.2 Fase Reproductiva

Desarrollo de la Inflorescencia y Polinización

La iniciación floral se forma de 30 a 40 días después de la germinación esta se encuentra de 15 a 30 cm por encima de la superficie del suelo cuando las plantas tienen de 50 a 70 cm de altura. La iniciación floral marca el final del crecimiento vegetativo debida a la actividad meristemática. A la formación de la yema floral sigue el periodo más largo del crecimiento de la planta de sorgo el cual consiste en gran parte en alargamiento de las células. Durante el periodo de alargamiento celular rápido, la iniciación floral se transforma en una inflorescencia. Alrededor de 6 a 10 días antes de la floración se forma la bota como una prominencia en el tejido de la hoja bandera, esto sucede alrededor de los 55 días de la germinación. El sorgo florea normalmente entre los 55 y 70 días en climas templados, pero su floración puede variar entre 30 y más de 100 días. La panícula de sorgo comienza a florecer en la punta y florea sucesivamente hacia abajo en un periodo de 4 a 5 días. Al tiempo de la floración las glumas se abren y las tres anteras se liberan, mientras que surgen los dos estigmas, cada uno sobre un estilo rígido. La floración ocurre normalmente poco después de la salida del sol. La dehiscencia de las anteras ocurre cuando están secas y el polen se aparece en el aire. El cultivo del sorgo es básicamente de polinización cerrada; esto quiere decir que el polen de una panícula fertiliza la mayoría de los óvulos en la misma panícula. El polen vuela hacia los estigmas, donde germina; el tubo polínico, con dos núcleos, crece hacia abajo a través del estilo para fertilizar el óvulo y formar el núcleo $2n$ y el endosperma (Lenz, 2007).

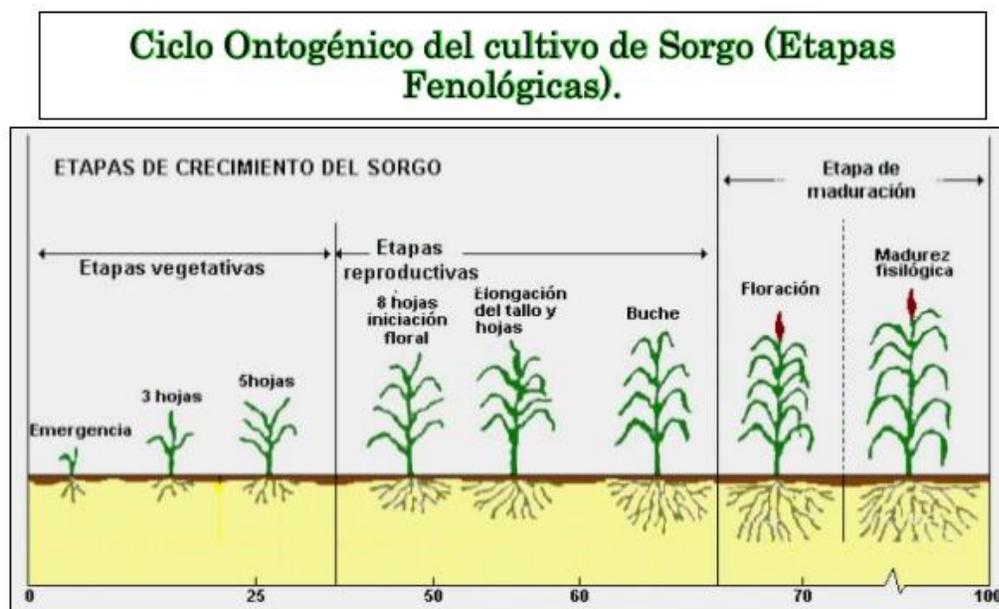
1.15.3 Fase de Maduración

El óvulo comienza a formarse como una esfera verde claro, casi de color crema; después de 10 días empieza a tomar tamaño y se vuelve de un verde más oscuro.

Toma alrededor de 30 días para que las semillas alcancen el peso seco máximo. Durante este desarrollo la semilla pasa por 3 estadios.

- 1.- Lechoso
- 2.- Masoso suave
- 3.- Masoso duro

Las semillas comienzan a cambiar de color verde al color que tendrán en la madurez. Las semillas contienen alrededor de un 30% de humedad a la madurez fisiológica; se secan entre 10 – 15% durante los siguientes 10 a 25 días. Durante este periodo pierden hasta el 10% de su peso seco. La semilla está lista para cosecharse en cualquier tiempo de la madurez fisiológica y la semilla seca; sin embargo una semilla con un porcentaje arriba del 12% de humedad debe ser secada antes de almacenarse.



Fuente: <http://www.slideshare.net/mobile/1997dggg/cultivo-de-sorgo>.

1.16 Condiciones Ecológicas y Edáficas

Como es un cultivo que se siembra en diversos países del mundo, es una especie que se adapta a condiciones muy variadas y únicamente necesita de 9 a 140 días para madurar, los rendimientos más altos normalmente son de variedades que maduran entre 100 y 130 días. En cuanto a la relación con el agua considerando su resistencia

para la sequía es propio del sorgo cultivarse en aquellas áreas donde la lluvia es insuficiente para el cultivo del maíz, como en aquellas que tienen una distribución anual de 500 a 600 mm. de precipitación, ya que el sorgo tiene algunas características en la planta que influyen para que la esta sea resistente a la sequía que son:

- a) Profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular.
- b) Una serie de hileras de células higroscópicas que se encuentran a los lados de la nervadura central que causan que las hojas se doblen en lugar de enrollarse, este doblamiento de las hojas se lleva a cabo más rápido que el enrollamiento ocasionando una disminución de la transpiración.
- c) Las hojas del sorgo tienen una capa cerosa que contribuye a hacer la especie resistente para la sequía, también es importante señalar que el sorgo requiere menos humedad para su crecimiento que algunos otros cereales, por ejemplo los estudios muestran que el sorgo requiere 332 kg de agua por kg de materia seca acumulada, comparado con otros cultivos, (Clarín, 2012).

1.17 Rendimientos de forraje verde y materia seca (MS)

Ruíz (2009) en IDIAP, Alanje, Provincia de Chiriquí, donde se evaluaron 15 cultivares de sorgo forrajero, obtuvo un rendimiento promedio de 11.5 t MS/ha/corte cada 60 días. Evaluaciones realizadas con el sorgo forrajero Silo Maker por Hertentains, (2009), en IDIAP, Bugaba, Provincia de Chiriquí, obtuvieron un rendimiento de 5.37 t MS/ corte cada 45 días, llegando a obtener una cosecha anual de 42 t MS en ocho cortes. Evaluaciones experimentales realizadas por Guerrero (2006), sobre densidad de siembra y manejo agronómico con los cultivares Pioneer 853-F y Pioneer 855-F, indicaron que los rendimientos de forraje verde obtenidos con densidades de 200.000 a 375.000 plantas/ha variaron de 50 a 100 t de forraje verde, equivalente a 11.2 y 20.7 t MS/h al corte cada 60 días, respectivamente, obteniendo un rendimiento óptimo de 108 t/ha/corte de forraje verde, equivalente a 21.7 t MS/h al corte cada 60 días con una densidad de 330.000 plantas/ha. En tanto, evaluaciones sobre rendimiento y persistencia bajo corte realizadas por Guerrero (2006), con los cultivares Pioneer 853-F, KowKandy y Pampa Verde, se encontró rendimientos de

13.0, 12.9 y 9.4 t MS/h al corte, cada 60 días, respectivamente, registrándose un promedio de 11 .8 t MS/ha/corte. Al mismo tiempo, se observó diferencia significativa entre cortes, alcanzando registrándose mayor rendimiento en los dos primeros cortes con 12 .0 y 13.7 t MS/h al corte y el rendimiento menor se registró en el tercer y último corte con 9 .6 t MS/h al corte cada 60 días, para un promedio de 11 .8 t MS/h al corte.

1.18 Rendimientos De Forraje Verde

El sorgo forrajero se caracteriza por altos rendimientos de biomasa, observándose en forma generalizada que los rendimientos varían entre 40 y 60 tn/ha/corte de forraje verde cada 60 días el numero de dias en función al manejo o mantenimiento del cultivo así como de su capacidad biología del rebrote

1.19 EL NITRÓGENO

El nitrógeno es el nutriente principal para el crecimiento de los pastos, la tendencia consiste en depender de la fijación de nitrógeno por los nódulos de las leguminosas, en las praderas compuestas de pastos y leguminosas, en lugar de utilizar abonos. Sin embargo, para ampliar la temporada de pastoreo en las regiones templadas se aplican fertilizantes nitrogenados. Cuando se aplican a principios de la temporada, se puede incrementar la producción en un tercio. También es posible justificar aplicaciones posteriores. La dosificación habitual para este fin es de 250 kg. de sulfato de amonio/ hectárea. Sin embargo en praderas de leguminosas y gramíneas la aplicación de nitrógeno, estimula el crecimiento de los pastos y reduce la presencia de leguminosas. Esto se debe al efecto del sombreado por los pastos y al aumento de competencia por el enraizamiento, los nutrientes y la humedad del suelo.

La reducción de la cantidad de nitrógeno proporcionado por las leguminosas debe compensarse mediante fertilizantes nitrogenados, antes de que pueda observarse cualquier deficiencia en el contenido de nitrógeno de los pastos. Una aplicación menor de 125 kg. de N./ha a una pradera de trébol hace disminuir el rendimiento de

proteínas (N. x 6.25). Niveles más altos de fertilización con nitrógeno aumentan la producción de proteínas (Mcilroy, 2014).

1.19.1 FÓSFORO Y POTASA

En las praderas de pastos y leguminosas se necesitan fosfatos y potasa, sobre todo para las leguminosas que suministran nitrógeno, fijado por los nódulos de sus raíces, a los pastos asociados. El potasio se devuelve en la orina de los animales que pacen y, por lo común no se necesita potasio adicional en las praderas bien establecidas.

Se acostumbra realizar fuertes fertilizaciones con superfosfato al inicio de la siembra o establecimiento de la pradera, añadiéndole 250 kg. de superfosfato /ha. Aunque otros pueden aplicar hasta 400 kg/ha de superfosfato por año. Las fertilizaciones pequeñas, realizadas una o dos veces al año. Dan rendimientos más eficientes que las grandes, a intervalos frecuentes. En algunos suelos los fertilizantes se introducen con el arado, ó bien, pueden incluirse con la simiente. La aplicación profunda es necesaria, para obtener la mejor respuesta y evitar la fijación en la superficie. En los suelos de gran poder de fijación de fosfatos, las escorias básicas y el fosfato rocoso han resultado superiores a los superfosfatos.

El fosfato y la potasa utilizados en pastizales de corta duración proporcionan respuestas satisfactorias a partir de 37.3 kg/ha. De P₂O₅ (150 kg. De sulfato de potasio).

El aumento de fertilizantes fosfatados incrementa el contenido de fósforo de los pastos. El primer efecto de la aplicación de potasio es incrementar el rendimiento. Si se hace aumentar el suministro de potasio por encima de lo necesario para un cultivo completo, entonces el contenido de potasio se incrementa, sin un aumento correspondiente del rendimiento. Por otro lado se demostró que el aumento de potasio reduce el consumo de calcio, magnesio y sodio. Así mismo, el aumento desmedido de potasio puede inducir en los pastos al tétanos. La reducción de magnesio puede inducir a la hipomagnesemia del ganado. Por lo que se recomienda aplicar la cantidad mínima de potasio que vaya de acuerdo con la obtención del rendimiento deseado de

los cultivos y que permita evitar el agotamiento de las reservas del suelo (Clarín, 2012).

1.19.2 Las fertilizaciones con estiércol bovino

Aportan bajos niveles de fósforo y alto de potasio, debe equilibrarse con fertilizantes de superfosfato. Sin embargo las fertilizaciones líquidas, en primavera, pueden producir el tétanos de los pastos, debido al exceso de potasio y el agotamiento del calcio y el magnesio. El estiércol sólido se aplica con la siembra. Sin problemas.

Se ha establecido por numerosas investigaciones que la devolución a la pradera de las heces y la orina, por separado, incrementaban separadamente el rendimiento de una pradera mixta, en un 15 a 18 por ciento respectivamente. Mientras que la aplicación conjunta hacía aumentar el rendimiento en un 32 por ciento. Estas aplicaciones de orina y heces hicieron aumentar también el porcentaje de pastos en relación al trébol (leguminosa), considerando solos los pastos, el rendimiento fue casi doble con el estiércol y la orina, no se obtuvo respuesta a los superfosfatos o la cal en pastos que recibieron la devolución normal de las heces y la orina. En ese sentido la fertilización de partida del ensayo será aquella que contenga:

60 - 60 - 50 de N.P.K. respectivamente. Para siembra de pasto y, 80 – 60 – 70 para el sorgo.

1.19.3 Valor Nutritivo

El valor nutritivo de una especie herbácea sufre influencia de la relación hojas/tallo, de la etapa de crecimiento en el momento del corte o el pastoreo, de la fertilidad del suelo, del tratamiento con abonos y de las condiciones climáticas. Por lo común, las leguminosas son más ricas en nitrógeno que los pastos, así como también en fósforo y calcio, (Mackilroy, 2006).

Es de esperar que una muestra promedio de las forrajeras con buen follaje, de la zona templada, y con tres semanas de crecimiento, contenga cerca de 20 por ciento de materia seca, con la siguiente composición química:

Proteínas 20 por ciento

Fibras crudas 17 por ciento

La composición química de los pastos acusa valores muy dispersos, pues los mismos según hayan sido sembrados para pastoreo, sólo para corte y verdeo ó, para ensilaje arrojan valores también variables, ya que entre las praderas sembradas varia también la cantidad de plantas por hectárea. Por ello los valores oscilan desde 8.5 a 15.65 P.B. por ciento y de 3.4 a 15 por ciento de fibra cruda al momento de la cosecha o del pastoreo y verdeo (Apripac, 2017).

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.2. Ecología

Según el mapa ecológico de Bolivia Entre Ríos se encuentra ubicado dentro del bosque húmedo templado (bh-Te) por sus condiciones favorables, esta zona consta de dos sectores extensos, uno formado por la faja Sud Andina y otro ubicado en el extremo Oriental.

La asociación climática de esta formación en su estado original es Bosque latifoliado mixto” con más de 26 especies de las cuales la mitad pierden sus hojas en los meses secos y fríos.

2.3. Factores Climáticos

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI 2006), el clima de la zona de estudio, es templado-cálido, semi- húmedo con veranos, lluviosos, otoño con lloviznas persistentes. Los meses más secos son de mayo a septiembre, siendo octubre el mes que empiezan las precipitaciones el mes más lluvioso es enero, consecuentemente el periodo más lluviosos es de diciembre a marzo. De acuerdo al diagrama que se observa el periodo de lluvias comienza en el mes de octubre, siendo los meses de enero y de marzo los que alcanzan una precipitación promedio de 430 mm. En cuanto a la evapotranspiración la misma alcanza valores de hasta 80% en los meses de diciembre a enero; periodo en el cual existe la mayor humedad en el ambiente por otra parte se registra temperaturas que oscilan entre los 20 a 30°C en estos meses de mayor precipitación.

2.4 Suelos

En las serranías y en los valles, los suelos se caracterizan por ser poco profundos; de textura franco, franco arcilloso a arcillosos y arenoso franco; reacción neutra a fuertemente alcalina; además de reacción suavemente acida. Respecto a la erosión por lo general en estos lugares tiene presencia de vegetación densa siempre verde, las pérdidas de erosión hídrica son muy leves a moderadas, las cuales no causan daño de considerable magnitud en estos ecosistemas con ausencia de erosión eólica

2.5. Vegetación

Los bosques y matorrales que forman parte de la selva Tucumano-Boliviano según Ellenberg, (2012), corresponden a la ecorregion “bosque semi- húmedo montañoso”, estos bosques por lo general son densos, mayormente siempre verdes, medios a altos, de estructura compleja con dos o tres extractos, el dosel superior presenta abundantes lianas, epifitas y musgos. La composición botánica se caracteriza por la presencia de 94 familias de las que sobresalen las *Mimosaceae*, *Caesalpinaceae*, *Lauraceae*, *Mirtaceae* y algunas *Meliaceae*.

Las especies más abundantes y características son el Aguay (*Chrysophyllum gonocarpum*), Guayabo (*Eugenia pseudo-mato*), Suiquillo (*Diaptenopteryx sorbifolia*), Laurel (*Phoebeporphyria*), Laurel hojudo (*Nectandra sp*), Palo barroso (*Blepharocalys salicifolius*), Guayabo (*Eugenia sp*), Cedro (*Cedrela sp*), Nogal (*Junglas australis*), Cebil (*Anadentrera colubrina*), en el extracto arbustivo dominan las especies como el Matico (*Piper tucumanum*), Tabaquillo (*Solanun riparium*), Chalchal (*Allophyllus edulis*).

2.6. Fauna

Uno de los recursos menos conocidos en el departamento de Tarija es el recurso fauna , no obstante estudios realizados en áreas protegidas en todo el departamento han permitido palear esta situación , en este sentido, en el municipio de Entre Rios se han podido identificar las siguientes especies que se encuentran en peligro de extinción según Vida Verde ; Robal (*Sungaro sungaro*), Carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeri*), Paraba militar (*Ara militaris*), Loro alisero (*Amazona tucumana*), Mirlo de agua (*Cinclus schulzi*), Jucumari (*Trecmartus ornatus*), Anta (*Tapirus terrestres*), Taruca (*Hippocamelus antisensis*), Jaguar (*Panthera onca*), Oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*).

2.7. Vientos

Los vientos son frecuentes con intensidad y dirección variada, los meses con mayor intensidad son Julio, Agosto y Septiembre, con promedio en horas de la tarde entre 10 y 15 km/hr, algunas veces con ráfagas que sobrepasan los 70km/hr. En general los vientos moderados la dirección predominante son de Sud y Sud Este.

2.8. METODOLOGIA

El presente trabajo se ejecutó en las siguientes etapas.

1^{ra} ETAPA

Lo primero que se realizó fue identificar el lugar donde se realizó el trabajo de campo después se procedió a la limpieza del terreno se sacó todos los arbustos del lugar se dejó algunas plantas para sombra, el terreno quedó listo para el cultivo del Sorgo Forrajero.

2^{da} ETAPA

Se procedió a la apertura de hoyos cada 60 cm. Sobre el surco y a 60 cm, entre plantas. En ellos se colocó una media de 10 a 12 semillas por golpe, enterrándola con un poco de tierra, aproximadamente a 2 – 3 cm de la superficie. La siembra se realizó por golpe y a chorro continuo. La cantidad de semilla por/ha. Para el caso del (*Sorghum vulgare*) se utilizó 20 kg. /ha para siembra libre(Mackilroy, 2006).

Para la siembra en chorro continuo se abrió de forma manual un surco de aproximadamente 5 cm de profundidad a la misma densidad de siembra por ha.

3^{ra} ETAPA

Luego de la siembra se procedió a un seguimiento durante el desarrollo del cultivo.

- Riegos. No fue necesaria la aplicación de riego ya que fue un cultivo en tiempo de lluvias.

-Desmalezado. Se dio una desmalezada manual ya que fue necesario porque se sembró en una época donde llovía y fue favorable para que las malezas puedan desarrollarse solo se realizó una sola desmalezada el 18 de enero de 2019.

El cultivo no tuvo mayores complicaciones en el seguimiento del ciclo vegetativo.

Para nuestro estudio realizamos las siguientes evaluaciones.

Se hizo las evaluaciones de la altura de la planta en cm de los dos tipos de siembra a chorro continuo y por golpe, también se realizó el peso del corte del sorgo en kg de los dos tipos de siembra, se tomó muestras de forraje para realizar análisis bromatológico en laboratorio para saber el contenido de porcentaje de fibra y proteína total del sorgo, también se midió la cantidad de biomasa producida en el ensayo y así mismo el rendimiento de materia verde MV y materia seca MS en kg/ha.

2.9. MATERIALES

2.9.1. MATERIAL VEGETAL

a) Material Genético

Se utilizó semilla de la variedad forrajera Sorgo Jumbo

Por que usar JUMBO esta variedad de sorgo tiene una muy buena producción de materia verde (MV) / ha por día.

Obtiene buena capacidad en rebrote.

Es resistente al pisoteo.

Soporta alta carga animal por hectárea.

Ayuda en la recuperación de vacas paridas en tiempo de seca.

Mantenimiento de ganado en época seca.

La Producción del Sorgo por Corte

La producción del sorgo en masa verde MV (Tn./ha) el primer corte a los 45 días es de 58.0 tn./ha, en cuanto a la materia seca MS , es de 7,4 tn/ha.

El segundo corte a los 40 días después del primer corte se obtiene en masa verde MV 53.4 tn/ha en materia seca MS 7,3 tn/ha.

El tercer corte a los 45 días después del segundo corte se obtiene en materia verde MV 23.0 tn/ha, en materia seca MS 3,3 tn/ha.

Llegando a un total en masa verde MV 134.4 tn/ha y en materia seca MS 18 tn/ha.

Sacando una media por corte de masa verde MV 44.8 tn/ha, y en materia seca MS 6 tn/ha.

Producción y Resultado Bromatológico Jumbo

Nº de cortes	Prod.kg/mv/ha	Prot.Bruta	FDA	FDN	NDT
3	53.000,0	11	34,71	58,74	53,91

Fuente:Cetabol

La densidad de siembra distancia entre líneas es de 0,20-0,60cm

Es recomendable utilizar semilla /ha de 9 a 12kg (Agripacbolivia)

2.9.2. Material de Campo

- Azadón.
- Azada.
- Machete.
- Estacas
- Hoz
- Romana.
- Cámara Fotográfica
- Libreta de campo
- Flexómetro

2.9.3. Material de Gabinete

- Computadora.
- Impresora.
- Datos Recolectados.
- Texto de Consultas.
- Calculadora
- Bolígrafo

2.10. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la tabulación de los datos se ha empleado el diseño de bloques completamente al azar, con dos tratamientos y tres bloques.

Se utilizó este diseño ya que agrupa las unidades experimentales en bloques, y determina la distribución de los tratamientos en cada bloque y, por último, asigna al azar las unidades experimentales a los tratamientos dentro de cada bloque. Este diseño es el más universalmente utilizado en experimentos con plantas, también se utilizan en experimentos con animales.

2.11. FACTORES DE ESTUDIO

Dos factores de estudio:

FACTOR A: Especie *sorgum vulgare*

E1 = *Sorgum vulgare* Variedad Jumbo

FACTOR B: Sistemas De Siembra

S1 = Siembra a Chorro Continuo

S2 = Siembra a Golpe

2.12. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTO

T1 = E1S1 *Sorghum vulgare* SIEMBRA A chorro continuo

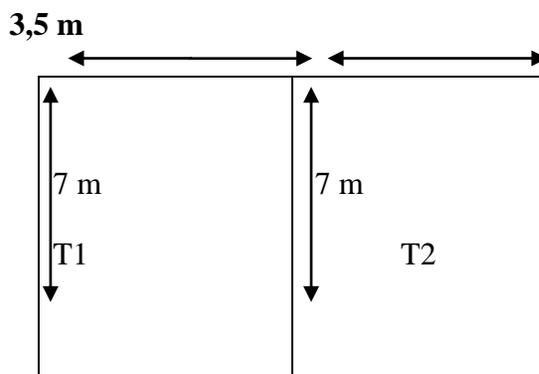
T2 = E1S2 *Sorghum vulgare* SIEMBRA A golpe

Factores en estudio	Niveles	Tratamientos	Replicas	Unidades experimentales	Variables respuestas
Tipo de siembra Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>) Variedad Jumbo	- Chorro continuo - Por golpe	S.V.x Ch.C S.V.x G.	3	6	-Altura de planta -Porcentaje de Proteínas -Porcentaje de Fibra -Cantidad de Biomasa -Rendimiento /ha.materia verde -Materia Seca (MS)

2.13. CROQUIS DE CAMPO

Parcela 1

3,5m



resultados												
Correcciones, defensa borrador limpio			X									

2.15. VARIABLES EVALUADAS

- a) **Altura de la Planta.** - Para este parámetro se realizó la medición con un flexo metro de alta precisión. para determinar la altura en cm.
- b) **Porcentaje de Proteínas.** -Para esta variable se ha realizado análisis en laboratorio.
- c) **Porcentaje de Fibra.** - Ídem anterior.
- d) **Cantidad de Biomasa.** - Para esta variable se ha pesado la muestra de cada parcela tomando 1 m² en cada unidad experimental tomando en cuenta toda la vegetación presente.
- e) **Rendimiento en tn/ha de materia verde.** - Con el peso se ha calculado este parámetro tomando en cuenta 1m² en cada unidad experimental y pesando exclusivamente el sorgo.
- f) **Rendimiento Materia Seca (MS) tn/ha.** - Esta variable se ha determinado en el momento de la cosecha después de hacer secar al sol y sacando la materia seca por diferencia.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. ANALISIS DE LAS VARIANZAS EVALUADAS

3.1.1. Altura de planta en cm.

La altura de la planta de sorgo demuestra la vigorosidad de la planta, esta cualidad está ligada directamente a las características propias del sorgo, que inmediatamente proporcionan una idea de rendimiento del cultivo.

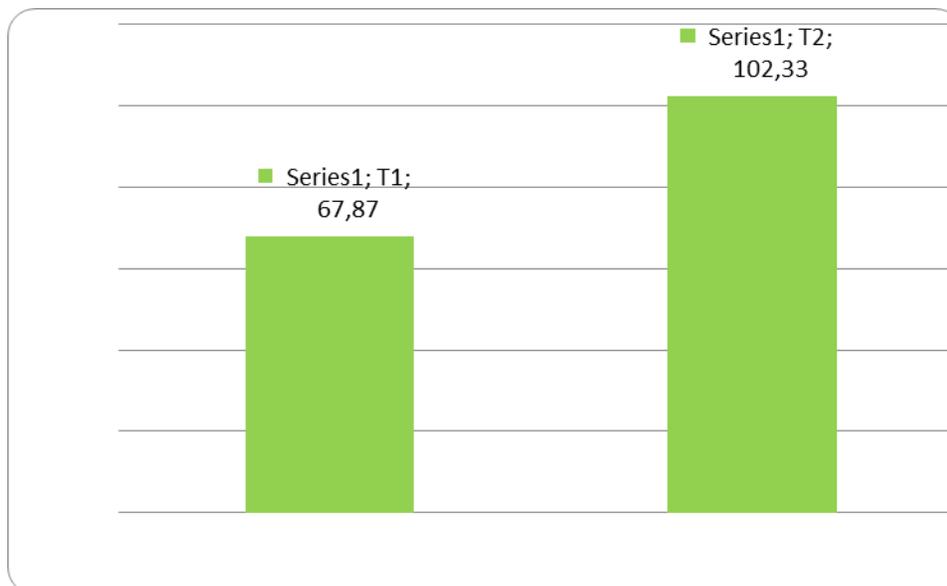
Cuadro N° 1 ALTURA DE PLANTA AI MOMENTO DE COSECHA en cm.

TRAT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	81,8	57,6	64,2	203,6	67,87
T2	94,2	107,2	105,6	307	102,33
TOTAL	176	164,8	169,8		85.10

En el cuadro N° 1 se observan promedios por unidad experimental hasta 107,2 cm en el bloque 2 y una media general de 85,10 cm de altura de planta.

En el T2 se observa un promedio de 102,33 cm de altura. Mientras que en el T1 demuestra con un promedio de 67,87 cm de altura de planta.

Según López 2013, el tamaño y el porte de la plata varían considerablemente por varios factores, entre ellos se puede mencionar factores ambientales, humedad y temperatura, así como factores de disponibilidad de nutrientes, los tamaños de las plantas van desde los 50 cm a los 210 cm dependiendo la variedad. Por lo que pensamos que se debió a factores de climas favorables.

GRÁFICA N° 1 ALTURA DE PLANTAS EN Cm.

Como se demuestra en la gráfica 1, el tratamiento T2 = siembra de *sorgum vulgare* por golpe, alcanzó el mayor promedio en cuanto a la variable de altura de la planta con 102,33cm. Posteriormente aparece el tratamiento T1 = siembra de *Sorgum vulgare* en chorro continuo con un promedio de altura de la planta de 67,87 cm.

CUADRO N° 2 VARIANZA SOBRE ALTURA DE PLANTAS (CM.) AL MOMENTO DEL CORTE

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	5	2195,42				
Trat	1	1781,92	1781,92	17,23	7,71	21,2
Error	4	413,49	103,37			

Según el cuadro N° 2 de análisis de varianza en cuanto a la variable de altura de planta en cm., se observa que no existe diferencia significativa al 1% de probabilidad pero si existen diferencias significativas al 5% de probabilidad por lo tanto es importante hacer la prueba de comparación de medias en este caso utilizamos la prueba de DUNCAN.

3.1.1.2 Prueba de Duncan para altura de plantas.

q= valores de la tabla de de Duncan al 5%

Sx= Error típico

LS= Límite de significancia.

CUADRO N°3 CALCULO DE LÍMITES DE SIGNIFICANCIA

	2
Q	3
Sx	3,39
LS	10,167

CUADRO N° 4 DE ESTABLECIMIENTO DE LAS DIFERENCIAS Y COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES DE SIGNIFICANCIA.

		T2	T1
		102,33	67,87
T1	67,87	34,46**	0
T2	102,33	0	

Podemos observar en el cuadro N°4 el tratamiento T2 (siembra por golpe) es significativamente mayor en tamaño con una media de 102.33 cm. de altura, y T1 (siembra en chorro continuo) obtuvo un menor promedio con 67,87 cm de altura.

Lo cual se atribuye a que la siembra a golpe tiene más espacio para crecer en todas direcciones, por lo tanto, siendo el mejor.

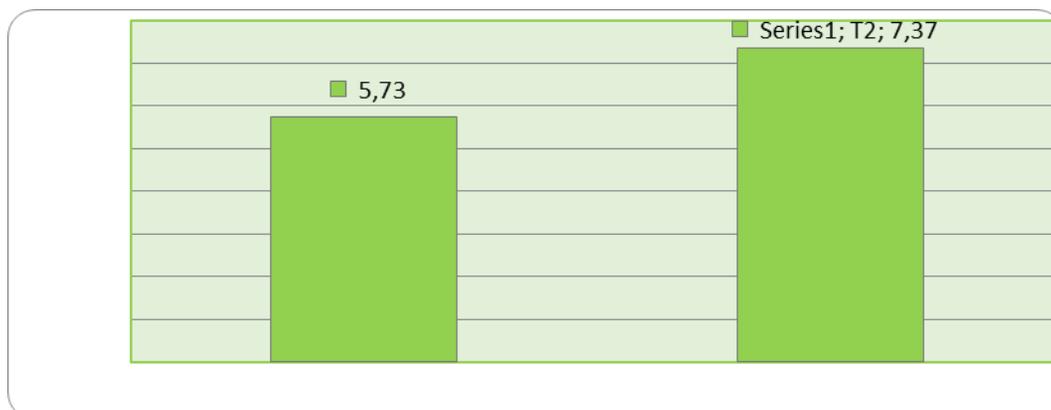
3.1.2. Biomasa del sorgo en kg M.V./1 m²

La importancia de la medición de la biomasa del forraje se debe a que es la base de la producción animal. Se utiliza para conocer cuánto forraje hay antes del pastoreo y cuanto queda después de este Scarabottiet (2002).

CUADRO N.º 5 Biomasa del sorgo en kg M.V./1 m²

TRAT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	4,9	5,8	6,5	17,2	5,73
T2	6,6	7,5	8	22,1	7,37
TOTAL	11,5	13,3	14,5		

Para conocer cuál de los tratamientos produjo mejores resultados en cuanto a esta variable se procedió a realizar el ordenamiento de medias, cuyos valores nos muestran que el tratamiento N°1 obtuvo un promedio de 5,73 kg M,V/m² y el tratamiento N° 2 obtuvo una media de 7,37.kg. M.V/m².

GRÁFICA N.º 2 RENDIMIENTO DE BIOMASA EN M.V 1 M².

Según la gráfica N° 2, podemos ver que el tratamiento N°2 siembra por golpe, fue el que obtuvo mejores resultados en cuanto a la variable del rendimiento de biomasa por metro cuadrado, con una media de 7,37 kg M.V/m² seguida del tratamiento N° 1 siembra a chorro continuo con una media de 5,73 kg M.V/m².

Lo cual se atribuye a que el tratamiento T2 siembra por golpe tiene más espacio para crecer y da más espacio para que se desarrollen otras especies.

CUADRO N.º 6 VARIANZA SOBRE LA BIOMASA GENERADA EN kg M.V/ 1 M².

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	5	6,295				
Trat	1	4,001666667	4,001666667	6,97965116	7,71	21,2
Error	4	2,293333333	0,573333333			

Como se puede observar en el análisis de varianza podemos ver claramente que no existe diferencia significativa entre los tratamientos tanto al 5 % como al 1 % esto

quiere decir que usando cualquiera de los tratamientos el resultado será prácticamente el mismo.

3.1.3. Rendimiento de Materia Verde.

Materia verde se refiere a la cantidad total del material producido por un forraje una vez que es cortado. La materia verde involucra todas las partes de la planta que se cosechan para ser utilizadas Orozco(2005).

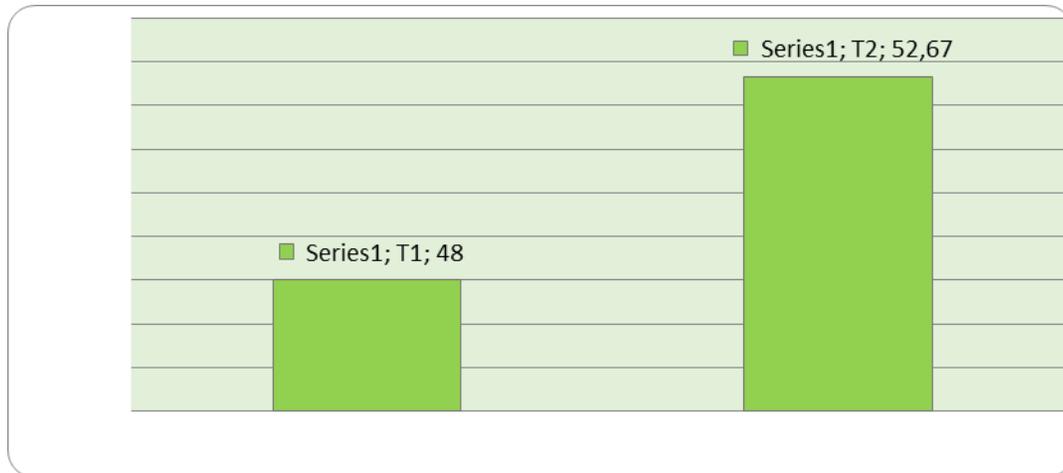
CUADRO N.º 7 RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (MV) DEL SORGO AL MOMENTO DE LA COSECHA EN Tn/ha.

TRAT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	52	50	42	144	48
T2	52	46	60	158	52,67
TOTAL	104	96	102		

Como se detalla en el cuadro N° 7 en el T2 se obtuvo del cultivo del sorgo un promedio de 52,67 tn M.V/ha también así podemos ver que con el T1 con chorro continuo se obtuvo un promedio de 48 tn M.V./ha.

Agripac (2011), en su trabajo de investigación en el primer corte a los 45 días después de la siembra obtuvo un promedio 58 tn/ha de materia verde. Estos resultados son superiores a los que nosotros obtuvimos en el presente trabajo de investigación con un promedio de 52,67 tn/ha, sus resultados son atribuidos a que este autor trabajo con diferentes niveles de fertilización.

GRÁFICA N° 3 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL SORGO EN MATERIA VERDE M,V AL MOMENTO DE LA COSECHA tn/ha.



Según la gráfica N° 3 podemos ver que el tratamiento N° 2 fue el que obtuvo mejores resultados en cuanto al rendimiento de materia verde con una media de 52,67 tn/ha seguido del tratamiento N° 1 con un rendimiento de 48 tn/ha de materia verde.

En un estudio realizado por Hernández (2005), en términos de la materia verde (MV) en su trabajo de investigación nos indica que obtuvo el rendimiento más alto con (37.6 tn/ha) y el más bajo con (25.6 t/ha). Referente a la época de cosecha no se observó mucha variación en la producción forrajera, siendo el mes de mayo casi igual al de agosto (31.9 y 31.6 tn/ha MV).

Como podemos ver nuestros resultados obtenidos en cuanto a la materia verde son superiores a los obtenidos por Hernández 2005, con una clara diferencia.

CUADRO N° 8 VARIANZA SOBRE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL SORGO EN MATERIA VERDE AL MOMENTO DE LA COSECHA tn/ha.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	5	187,333333 3				
Trat	1	32,6666666 7	32,666666 7	0,8448275 9	7,71	21,2
Error	4	154,666666 7	38,666666 7			

Como se observa en el cuadro N° 8 se observa que no existen diferencias significativas ni al 5% ni al 1% de probabilidad de error, por lo tanto es depreciable hacer una comparación de medias.

Estos resultados nos indican que usando cualquier de los tratamientos en estudio tanto T1 siembra a chorro continuo o el T2 siembra por golpe los rendimientos en cuanto a la materia verde serán similares y no habrá diferencia significativa entre ellos.

3.1.4. Rendimiento del cultivo del sorgo en materia seca M.S

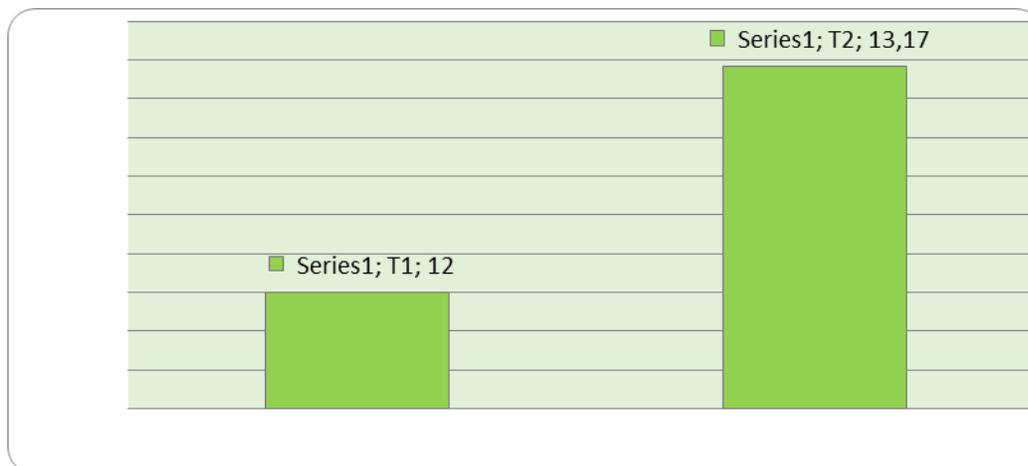
Se refiere a la cantidad de material que queda después de que el forraje o el alimento ha sido sometido a un proceso de secado, o sea cuando se le ha extraído el agua, (Orozco, 2005).

CUADRO N° 9 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL SORGO EN MATERIA SECA M.S.EN tn/ha

TRAT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	13	12,5	10,5	36	12
T2	13	11,5	15	39,5	13,17
TOTAL	26	24	25,5		

En resumen en el cuadro de rendimiento de materia seca en tn/ha, se puede apreciar que el tratamiento N° 2 siembra por golpe fue el que obtuvo mejores resultados obteniendo 13,17 tn/ha de materia seca, mientras que el tratamiento N° 1 siembra a chorro continuo obtuvo un rendimiento de 12 tn/ha de materia seca.

Comparando nuestros resultados en cuanto al rendimiento de materia seca, con los obtenidos por Rincón (2002), en sorgo forrajero en el momento de la cosecha podemos ver que este autor obtuvo un rendimiento de 12,4 t/ha de forraje seco, mientras que nosotros obtuvimos un rendimiento superior utilizando una siembra por golpe con un rendimiento de 13, 17 tn/ha, y también un rendimiento similar con nuestro tratamiento N°1 siembra a chorro continuo con un rendimiento de 12 tn/ha.

GRÁFICA N° 4 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

Nuestro tratamiento N°2 obtuvo un rendimiento superior al tratamiento N° 1 con 1, 13 tn/ha de materia seca.

Según Mayer (2006), en cuanto a los meses de cosecha, estos no difirieron entre sí en rendimiento total de MS de 8.1 t/ha en mayo vs. 7.5 t/ha en agosto, aunque el primero haya sobrepasado el segundo por 0.6 t/ha. Dichos resultados indican poca variación en la productividad de estos cultivos durante las épocas del año en cuestión.

Los resultados obtenidos por este autor en diferentes épocas de siembra son menores a los que obtuvimos nosotros en el presente trabajo de investigación.

CUADRO N° 10 VARIANZA SOBRE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL SORGO EN MATERIA SECA MS EN tn/ha.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	5	11,7083333 3				
trat	1	2,04166666 7	2,0416666 7	0,8448275 9	7,71	21,2
error	4	9,66666666 7	2,4166666 7			

En resumen en el cuadro de análisis de varianza sobre el rendimiento del cultivo de sorgo en de materia seca en tn/ha podemos observar claramente que no existen diferencias significativas entre los tratamientos tanto al 5 % como al 1 % de probabilidad de erro ya que nuestra Fc es menor a la Ft.

Según Carambula (2009), se pueden lograr rendimientos de MS/ ha con un manejo adecuado y agua no limitantes en sorgos forrajeros, de 13 a 20 t MS/ha.

CUADRO N° 11 Análisis de laboratorio de sorgo en. Porcentaje (%) de fibras y proteínas

TRATAMIENTOS	% de fibras	% de Proteínas
T1	33,21	6,04
T2	33,45	5,73

Según el cuadro N° 11 podemos observar que luego de haber llevado a cabo los análisis de laboratorio para el porcentaje de fibras y el porcentaje de proteínas de los dos tratamientos de sorgo que se utilizaron en el presente trabajo de investigación se pudo ver claramente que el tratamiento N° 2 siembra de (*sorgum vulgare*) por golpe es el que produjo el sorgo con el más alto porcentaje de fibras con 33,45 %, mientras que el tratamiento N° 1 siembra de *Sorgum vulgare* en chorro continuo obtuvo un porcentaje de fibras de 33,21%.

Herrera (2010) presenta valores promedio de tres ensilados de sorgo de 28.63 % para la fibra, esto al compáralos con los resultados de esta investigación demuestran que los porcentajes determinados en esta investigación están por arriba de los reportado por este autor.

Además, Apráez (2012) reporta valores promedio de fibra en sorgo ensilado de 30.68 %, el cual se encuentra 2,77% bajo de nuestro tratamiento N°2 que es el más alto encontrado en esta investigación.

En cuanto al porcentaje de proteínas podemos evidenciar que en este caso el tratamiento N° 1 fue el que obtuvo la mayor cantidad de proteínas en el sorgo producido con un método de siembra a chorro continuo con 6,04% de proteínas, mientras que el tratamiento N° 2 el sorgo producido con un método de siembra por golpe obtuvo un porcentaje de proteínas de 5,73%.

En un estudio realizado por amador (2002), sobre la calidad nutricional del sorgo para alimentación animal determino su porcentaje de proteínas que fue de 7,10 % resultados que son superiores a los porcentajes de proteínas obtenidas en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En respuesta a los objetivos planteados en el trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL SORGO FORRAJERO (*Sorghum vulgare*), PARA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN LA COMUNIDAD DE LA COLMENA DE LA PROVINCIA O· CONNOR”**, Tarija - Bolivia, se concluye que:

En respuesta a los objetivos planteados, se concluye que:

- De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto la variable de altura de planta, el tratamiento N° 2 siembra por golpe, fue el que obtuvo un promedio de altura superior con 102,33 cm con relación a la siembra a chorro continuo
- En relación a la biomasa del sorgo no existen diferencias significativas tanto al 1% como al 5% de probabilidad de error, siendo los resultados obtenidos en el T2 de 7,37 y de T1 de 5,73.
- Con respecto a la variable del rendimiento de la materia verde no existen diferencias significativas. Obtenido valores de T2 52,67 tn/ha y T1 48 tn/ha de materia verde. Estos resultados nos indican que usando cualquier de los tratamientos en estudio tanto T1 siembra a chorro continuo o el T2 siembra por golpe los rendimientos en cuanto a la materia verde serán similares y no habrá diferencia significativa entre ellos.
- En el estudio de la variable del rendimiento de la materia seca en tn/ha observamos valores cercanos entre si ya que el tratamiento N° 2 obtuvo un promedio de 13,17 tn/ha de materia seca mientras que el tratamiento N° 1 obtuvo un rendimiento de 12 tn/ha de materia seca y en el análisis de varianza podemos observar que no existen diferencias significativas entre estos tratamientos.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar con cualquier de los dos tratamientos ya sea T 1 siembra en chorro continuo o con el T 2 siembra por golpe ya que no existen diferencias significativas entre ellos, es decir que usando cualquier de estos 2 sistemas de siembra se obtendrán los mismos rendimientos en cuanto a la materia verde producida y de igual manera un rendimiento similar en materia seca.
- Sin embargo la calidad de las hojas, la suavidad de los tallos y el sistema radicular para lograr pasturas más fácilmente sustentables se alcanza con el tratamiento T2.
- Es conveniente fertilizar al cultivo del sorgo, después de cada pastoreo o corte con fertilización completa, es decir. N – P – K; Em. y Mc. de acuerdo al forraje cosechado o pastoreado para mantener la sustentabilidad de la forrajera implantada.
- Una práctica conveniente si se realiza el pastoreo, suspenda el mismo, cuando los forrajes tengan 40 cm de altura, así las plantas se recuperarán más rápido para el siguiente pastoreo.
- Utilizar la variedad de sorgo forrajero Jumbo ya que es una variedad que se adapta muy bien a la zona y que da muy buenos rendimientos en materia seca, para la alimentación del ganado.