

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La avena tiene varias características que la hacen especialmente útil como forraje para la alimentación de animales en pastoreo, heno o ensilado, tanto por sus buenos rendimientos, alto contenido en proteínas y vitaminas. Esta gramínea se constituye en importante fuente proveedora de forraje cuando otros cultivos forrajeros de calidad son escasos.

Según datos recientes en cuanto a producción de cereales, la avena es el séptimo cereal más cosechado a nivel mundial con 21.062.972 toneladas; el quinto a nivel nacional con 681.200 toneladas.

Según esos mismos datos, los 5 mayores productores de avena a nivel mundial son: Rusia, Canadá, Polonia, Australia, Finlandia.

En los países de Sudamérica es un cultivo nuevo, pero que tiene mucha proyección; pues constituye uno de los mejores alimentos para vacas, caballos, puercos, aves, etc.

La producción de avena forrajera en Bolivia se inicia el año 1972 con la empresa (SEFO) para dar a Bolivia independencia en la provisión de semillas forrajeras al ofrecer al productor pecuario un amplio surtido de especies y cultivares de alta productividad y adaptadas a las condiciones ecológicas y tecnológicas de cada región del país.

En 1972, la empresa (SEFO) inició sus actividades con la producción de semilla de maíz y de avena, actualmente, multiplica cultivares de unas 40 especies forrajeras y es considerada un ejemplo representativo de la producción de semillas en América Latina.

En Tarija, la avena (*Avena sativa*) es considerada como el cultivo invernal más importante sobre todo en la provincia Méndez, donde es utilizada como planta forrajera para consumo en verde.

La producción pecuaria en el municipio está compuesta principalmente de la ganadería vacuna, ovina, caprina, porcina, equinos y aves; aunque la mayor actividad a la que se dedican es a la producción de leche, con un total de 3837 cabezas de animales productores en todo el municipio, constituyéndose la avena en una importante fuente de alimento para este ganado, debido a su alto contenido en proteínas, vitaminas, hidratos de carbono y nutrientes; llegando a convertirse en la base de la alimentación, motivo por el cual ha sido nombrada como la “reina de los cereales”.

Sin embargo, la incidencia de enfermedades criptogámica, foliares constituye uno de los principales factores limitantes de la producción de cereales de invierno.

Las pérdidas económicas asociadas al ataque de este patógeno, están relacionadas al cultivo y las condiciones ambientales para su desarrollo. Son aspectos que deben ser tomados en cuenta al momento de implantar este cultivo, ya que el conocimiento de estos factores es la clave para establecer las estrategias de control de estas enfermedades.

Por información recabada de los productores de la zona de estudio, se reporta que esta enfermedad conocida como Mancha foliar de la avena, en los últimos años se viene constituyendo en un problema para la producción de forraje del ganado, ya que ocasiona pérdidas, tanto en los rendimientos como en la calidad del forraje que se produce, por lo que surge la necesidad de implementar adecuadas estrategias de control, si se quiere asegurar una buena alimentación para el ganado.

Si bien una de las mejores formas de control de esta enfermedad sería el uso de variedades de avena resistentes, sin embargo, estudios realizados en zonas de

condiciones climatológicas similares, durante las últimas campañas mostraron resultados óptimos en el control de las enfermedades foliares con la aplicación de productos químicos específicos, ya que con aplicaciones foliares de fungicidas triazoles en estados fenológicos de la avena formación de tallos, de espiga y floración se lograron controles superiores al 80 % con diferencias significativas entre los tratamientos fungicidas y el testigo, en rendimiento de forraje y peso.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de los fungicidas usados en nuestro medio, para el control de mancha foliar son utilizados de manera indiscriminada por los agricultores, sin contar con una información fidedigna del efecto controlador de estos productos en las condiciones para ser utilizados con la garantía requerida.

Con la presente investigación se propone probar la efectividad real de dos productos químicos, con diferente composición química cuyos resultados servirán para orientar a los productores a seleccionar el producto que sea más efectivo en el control de la roya (*Puccinia coronata avenae*).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la efectividad de los productos químicos “Súper y Bogard” en el control de la Roya (*Puccinia coronata avenae*) en dos variedades de avena forrajera “Texas y Gaviota” en la comunicad Bordo Calama de la provincia Méndez.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar el % de daño causado por la roya (*Puccinia coronata avenae*) al cultivo de la avena en el área de estudio.

- Evaluar el % de efectividad controladora de las sustancias químicas “SÚPER y BOGARD” empleadas en la avena, para los tratamientos y determinar el mejor comportamiento de los productos químicos empleados para el control de la roya (*Puccinia coronata avenae*).
- Determinar cuál de las variedades de avena “Texas o Gaviota” ha respondido mejor a los tratamientos de control de la roya (*Puccinia coronata avenae*).

1.4. HIPÓTESIS

Con la aplicación de los productos químicos “SÚPER Y BOGARD”, se logra un control efectivo del ataque de la roya (*Puccinia coronata avenae*) en dos variedades de avena forrajera “Texas y Gaviota”.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEN

Las variedades cultivadas de avena tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales.

Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios.

Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y se remontan a la Edad del Bronce (Infoagro, 2008).

Según M. C. Morales, J.M. Box (2007), existen diferentes teorías sobre el origen de la avena aunque casi todas son antiguas, las teorías más extendidas se inclinan por su origen asiático, ya que las civilizaciones del área mediterránea no conocían la avena como cultivo, antes de ser cultivada la avena fue conocida como una mala hierba de otros cereales.

2.2. MORFOLOGÍA DE LA AVENA

La avena es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un número de vitaminas y minerales.

2.2.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal.
Phylum:	Telemophytae.
División:	Tracheophytae.
Sub División:	Anthophyta.
Clase:	Angiospermae.
Sub Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Flia:	Poaceae
Sub. Flia:	Pooideae
Tribu:	Aveneae
Nombre científico:	Avena sativa L.
Nombre común:	Avena

Fuente: Herbario Universitario

2.2.2. Descripción Botánica

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta autógena y el grado de alogamia rara vez excede el 0,5%, la mayoría de las variedades cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada (*Soux, 1992*).

Según *Palomino R.W. (2006)*, la avena se encuentra entre los 2000 a 4500 msnm en climas templados y fríos, donde las temperaturas promedios son de 16°C, germinan a partir de 6°C requiere de precipitación pluvial de 600 mm para un normal desarrollo.

El cultivo es bastante rústico, tolera bastante la sequía y muy resistente a las heladas, cuya característica muy importante para asegurar la inversión y tener aprovisionado de forraje en épocas críticas para el ganado.

Pero es exigente en cuanto a la calidad del suelo y no tolera demasiado la inundación en caso de exceso de lluvia (*Palomino R.W. 2006*).

La avena puede describirse como un cultivo de uso elástico y diversificado, por los distintos tipos de producciones que pueden obtenerse en diferentes épocas del año, las que se interesan en distintos segmentos del ámbito agrícola, ganadero y agroindustrial. En alimentación del ganado se utiliza para obtener: grano (cubierto, pelado y desnudo), forraje verde, forraje de conservación (ensilaje, heno), forraje y posterior producción de grano (doble propósito).

Se adapta perfectamente en suelos ácidos y esto permite la siembra en terrenos recién roturados, ricos en materia orgánica, el PH que podemos considerar apto para el cultivo esta entre (5 – 7). (López M. 1995).

2.2.2.1. Tallo

El tallo es recto, estriado, de menor altura que el trigo, también de menor diámetro y rigidez. Es una caña herbácea y erguida con nudos llenos y entrenudos huecos. En cada entrenudo hay una hoja formada por 3 pares “Vaina, limbo, lígula.” (López M. 1995).

Según, *C. mx. Tripod (2010)*, el tallo principal es erguido, alcanzando una altura que fluctúa desde 0,6 m hasta más de 1,5 m.

El primer sub-nudo corresponde a la unión del escutelo con el embrión; el segundo subnudo, en tanto, corresponde al punto de unión del mesocotilo con el coleoptilo, siendo ese el lugar en que se ubica el punto de crecimiento.

Posteriormente, y antes de la iniciación de la panícula, se desarrollan tres internudos que no se elongan y que permanecen en la parte subterránea; a partir de las yemas localizadas en los subnudos, se originan en definitiva los macollos.

2.2.2.2. Hojas

Según, *J.I. Jiménez (2009)*, consideraba que las piezas principales de la hoja como la lámina, la envoltura y la lígula, eran caracteres de importancia menor para la

clasificación de la avena, a excepción de la ausencia de la lígula en algunas variedades de avena lateral (*A. sativa* del oriente).

Las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados, (*Ramírez G. G. 2005*).

El color de hoja de la avena es verde azulado, lo que le distingue de la cebada, que es verde más claro, *J.M. Mateo Box (2005)*.

2.2.2.2.1. **Lámina:** Se describe generalmente como estrecho, medio ancho, o de par en par. Aunque estos términos son relativos y no demasiado confiables, ya que son influenciados por el medio ambiente.

2.2.2.2.2. **Envolturas:** La envoltura, o la parte más inferior de la hoja, que incluye el vástago.

2.2.2.2.3. **Lígulas:** Casi todas las variedades de la avena no tienen lígulas, pero algunas presentan aurículas o garra, estructuras semejantes curvadas alrededor de la caña que se encuentran en trigo y cebada. La avena es comúnmente distinguida de estos granos en la etapa de producción por la ausencia de aurículas.

2.3. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS

2.3.1. Adaptación

La avena es una planta que se adapta a una gran variedad de climas semicálidos y fríos. Los climas continentales muy extremos no son propios para esta planta, le

perjudican el calor y la sequía, así como el frío seco o frío húmedo y en aquellas zonas donde las bajas temperaturas son un factor limitante se utilizan variedades de invierno que resistan el frío. (López, L. 1991).

2.3.2. Clima

En el cultivo de avena no tiene tantas exigencias climatológicas, esta planta se desarrolla mejor en climas fresco y moderadamente secos.

Es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Es una planta muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano, la avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad, (Ramírez G. G. 2005). Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos, de las zonas nórdicas y marítimas. Así, la avena exige primaveras muy abundantes de agua, y cuando estas condiciones climatológicas se dan, se obtienen buenas producciones. Es muy sensible a la sequía, especialmente en el periodo de formación del grano, es una planta rústica, SEFO_SAM (2008).

Además, las plántulas más vigorosas son menos dañadas por efectos climáticos, como el viento, presentan mayor tolerancia al ataque de plagas de insectos y enfermedades a la raíz, y tienen mayor capacidad para competir con las malezas. Según *F: N. Squellay J.N. Ormeño (2003)*.

2.3.3. Temperatura

Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C. Florece a los 16°C y madura a los 20°C. Tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta -10°C.

En climas donde las heladas invernales son muy fuertes, se recomienda sembrar variedades de primavera, pues éstas comienzan a desarrollarse cuando ya han pasado los fríos más intensos. *SEFO-SAM (2008)*

2.3.4. Humedad

La cantidad de agua en el cultivo de avena, varía de acuerdo a sus etapas de crecimiento, La humedad relativa varía entre el 47% y 52% de acuerdo a la precipitación y la estación en la que se encuentra la avena requiere de 800 – 1200 mm durante su ciclo vegetativo y 3598.65 m³/Ha de agua.

Durante la etapa de germinación y desarrollo vegetativo se requiere una humedad constante. Quince días antes de la floración necesita una mayor cantidad de humedad para un óptimo llenado de los granos. *FAO (1999)*.

2.3.5. Suelo

La avena para la siembra prefiere tierras fértiles, pero puede tener buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos, con tal de que no falte el agua al comienzo de su desarrollo. La avena es uno de los cereales de mayor tolerancia a la salinidad, Presenta ligera tolerancia a la salinidad (*FAO, 1994*), sensible a la salinidad (*Aragón, 1995*). En el extracto de saturación del suelo, sin que sea afectado el rendimiento.

Prefiere suelos arcillo-limosos o Franco-arcillosos, preferentemente no calcáreos, con buena retención de humedad (*Benaccihio, 1982*), produce en cualquier tipo de textura, aunque la óptima es la limosa (*SEP, 1986*).

Desarrolla bien en condiciones de mediana profundidad (*FAO, 1994*), que implica una profundidad efectiva de 40 – 60 cm. > 30 cm (*SEP, 1986*), El PH está entre 5.5 – 7.5 (Ignatieff; citado por Moreno, 1992; Spurway, Ojeda, citado por Vazquez, 1996).

Desarrolla en rango de PH de 4.5 a 7.5, con un óptimo de 6.0 (FAO, 1994). El óptimo de PH esta alrededor de 7.0 (Aragón, 1995), requiere suelos con buen drenaje (FAO, 1994), requiere pendiente entre 0 – 8% para facilitar la cosecha combinada, (SEP, 1986; Aragón, 1995).

2.4. CULTIVO DE LA AVENA

2.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

El objetivo es aflojar la tierra para que contenga suficiente aire y para que tenga suficiente capacidad de almacenamiento de agua.

Se debe dar dos pases de arado de 30 a 40 cm de profundidad con el objetivo de romper y descompactar el suelo, a la vez destruir e incorporar los residuos orgánicos.

El objetivo es crear una cama superficial y fina para la germinación de las semillas. Esta labor se realiza con rastras de discos o de dientes. La preparación de la cama de siembra puede consistir en uno o dos pasos de rastra, según el problema de malezas y la textura del suelo.

En suelos con alta incidencia de malezas es recomendable dar un paso de rastra para que el suelo capte agua y dar otro paso de rastra después de la emergencia de malezas para eliminarlas y sembrar de inmediato. En suelos pesados también pueden ser necesarios dos pases de rastra para dejar el suelo mullido Sargar. (2001).

2.4.2. Fertilización.

La avena responde muy bien al abonado nitrogenado, aunque es sensible al encamado cuando se aplica a altas dosis, la extracción media de avena por hectárea y tonelada es de 27,5 Kg. de N, 12,5 Kg. de P₂O₅ y 30 Kg. de K₂O. Para una producción de 3.000 Kg. por hectárea habría que pensar en un abonado de unas 100 unidades de N, 50 unidades de P₂O₅ y 90 unidades de K₂O (Tripod, 2010).

Según *Tripod*, (2010), estas cantidades responden más o menos a un abonado de restitución. En caso de conocerse el análisis del terreno se podrán modificar estas cantidades de acuerdo con la riqueza en el suelo de los tres elementos principales. Lo mismo habría que decir para el caso de que se hubiera estercolado el terreno en años anteriores, en terrenos pobres en cal, ligeros, con humedad suficiente.

El mismo autor indica que si la planta se destina para forraje en verde debe intensificarse la cantidad de nitrógeno que se aporta para conseguir una abundante vegetación.

2.4.3. Siembra

Según *C. mx. Tripod*. (2010), se trata de una planta poco resistente al frío, por tanto en muchas zonas se suele sembrar en primavera (desde el mes de enero en las tierras de secano hasta el mes de marzo en las tierras de regadío), excepto en zonas con clima cálido que se suele sembrar en otoño.

La cantidad de semilla empleada suele ser muy variable. Consideramos una dosis corriente de 100 a 150 Kg. /ha; para forraje, la densidad de siembra óptima en avena de invierno es de 250 plantas /m², en siembras de primavera la densidad es de 300-350 plantas/m².

En la siembra a voleo conviene dar dos pases cruzados para que la semilla quede mejor distribuida, ya que al tratarse de una semilla muy ligera, es difícil repartirla con regularidad, en terrenos compactos y algo secos se aconseja la siembra en surcos, pues es más fácil mantener el terreno libre de malas hierbas, siendo la separación entre surcos de 20 cm.

En tierras pobres puede sembrarse como cabeza de alternativa, pues la avena de invierno se siembra antes que el trigo, en terrenos de más fertilidad es corriente que vaya detrás de trigo o cebada, dado que es una planta menos exigente que estas dos. Cuando va en cabeza de alternativa, ocupa un lugar detrás de barbecho blanco.

2.4.3.1. Sistema de siembra al voleo

La siembra al voleo es más rápida que la siembra en hilera porque realiza una mejor distribución y uniformidad en la profundidad de la siembra de la semilla, por lo que se usa una mayor cantidad de 150-180 kg/Ha de semilla. *Inifap (2000)*

Conviene dar dos pases cruzados para que la semilla quede mejor distribuida, ya que se trata de una semilla muy ligera.

2.4.3.2. Sistema de siembra en surco

En terrenos compactados y algo secos se aconseja la siembra en surcos por lo que se usa una menor cantidad de 120-125 kg/Ha de semilla esto depende del tipo de AVENA (de invierno o de primavera), y es más fácil mantener el terreno libre de malas hiervas, siendo la separación entre surcos de 20 a 25 cm. *Inifap (2000)*

2.4.4. Aporque

En el transcurso del ciclo vegetativo desde la siembra hasta la cosecha de la Avena, se realizó un aporque a los 25 días después de la emergencia de la semilla donde el cultivo ya había alcanzado una altura aproximada de 28 cm. este trabajo consiste en arrimar la tierra para el mejor arraigo de las raíces, el procedimiento se realizó para las dos variedades estudiadas. *Inifap (2000)*

2.4.5. Corte.

Este debe hacerse cuando el cultivo se encuentre en la fase de masoso – lechoso y los tallos se encuentren aún verdes. Esto con el fin de cortar con un mayor valor nutritivo (*Inifap ,2000*).

2.5. ENFERMEDADES DE LA AVENA

Las condiciones favorables para la infección del cultivo de avena son días soleados y templados (20-25°C), con presencia de rocío y viento para que las esporas puedan diseminarse para infectar nuevas plantas de avena (Carson, 2008).

Las principales enfermedades están mencionadas a continuación:

- **Tizón foliar = *Helminthosporium savita***
- **Carbón Volador = *Ustilago avenae***
- **Carbón Cubierto = *Ustilago hordei***
- **Mancha de la hoja de la avena = *Pyrenophora avenae***
- **Roya de la hoja de la avena = *Puccinia coronata avenae***

2.5.1. La Roya de la hoja (*Puccinia coronata avenae*)”

Si bien las problemáticas difieren de una zona a otra, las royas son unas de las principales, entre estas: La “roya de la hoja” (*Puccinia coronata f. sp. avenae*) es el factor que a nivel general afecta más el normal desenvolvimiento del cultivo.

Se trata de una enfermedad foliar que se expresa en distintas regiones, en algunas de las cuales tiene una alta incidencia y en otros con menor intensidad en el país. Habitualmente se expresa afectando de manera significativa la productividad y calidad del forraje de la especie. Dickson (1947).

2.5.2. Hospedantes.

Avena spp. (Cultivadas y silvestres), *Lolium multiflorum* y otras. Favret (1953) señala la susceptibilidad, en inoculaciones artificiales con *Puccinia coronata f. sp. avenae*; de los géneros *Agropyron*, *Alopecurus*, *Dactylis*, *Hordeum*, *Phalaris*, *Phleum*, *Poa*. Una lista más amplia de plantas hospedantes de *Puccinia coronata* fue comunicada por Dickson (1947).

La proliferación de la enfermedad no es consecuencia de un solo factor, sino que son varios los que gravitan para contribuir a su desarrollo, las condiciones climáticas tienen su influencia, favoreciéndose en escenarios de mucha humedad.

Otro agente propagador es la avena fatua (*por mucha conocida como cebadilla*), en esta gramínea es, en la que normalmente se aloja el hongo, los elevados niveles de infestación, sumado a la ausencia de barreras naturales y los comportamientos ambientales favorables en otoño-invierno. Dickson (1947).

2.5.3. Síntomas

Los síntomas se presentan como pústulas oblongas, claramente visibles sobre las hojas, produciendo esporas de color amarillo-anaranjado que se desprenden fácilmente y se depositan sobre las hojas o se trasladan por el aire para depositarse en tejidos sanos y generar nuevas infecciones.

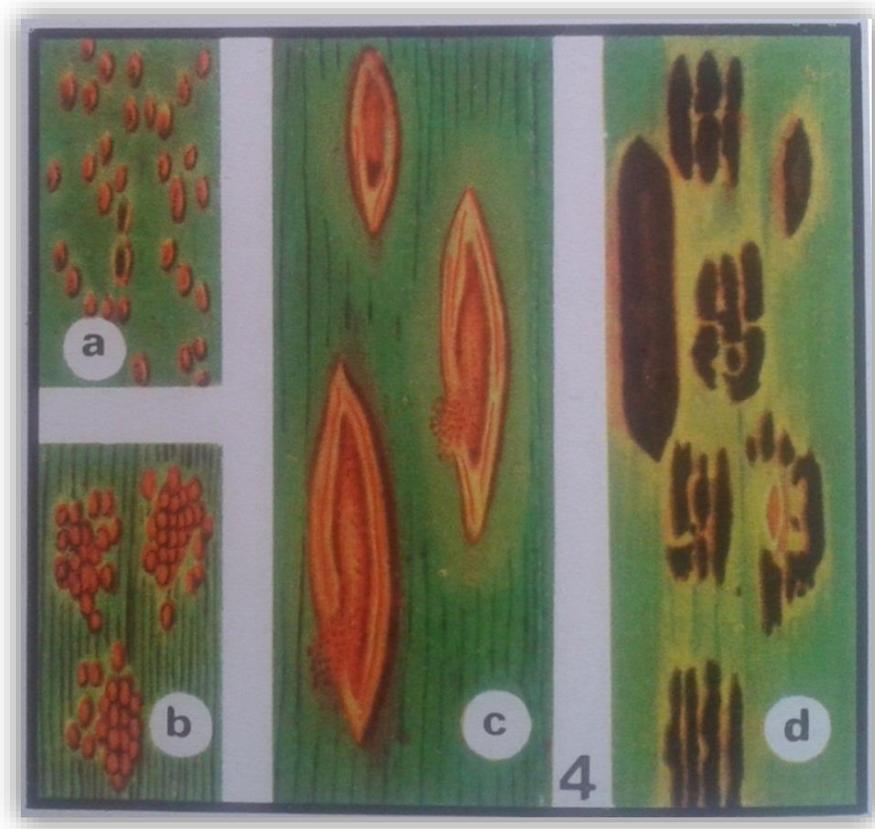
Una particularidad que presenta este parásito, radica en que puede germinar una generación de esporas cada 8-10 días.

El alto número de pústulas sobre las hojas le da al cultivo un aspecto coloreado, en manchones irregulares hacia la madurez del cultivo.

Las pústulas se pueden manifestar sobre las vainas, en las panojas y en menor medida sobre los tallos.

Ataca principalmente a la lámina, tallo y vaina foliar, en condiciones favorables, toda la parte aérea de la planta, presentándose en forma de pústulas de un color anaranjado rojizo, elípticas de forma variable de 0.5 a 1 mm, dispersas, a veces confluentes, dispuestas en grupos irregulares de 1 a 10 mm. Fernández Valiela, M.V. (1969).

IMAGEN N° 1: SÍNTOMA DE LA ENFERMEDAD “*Puccinia coronata avenae*”



Fuente: Fernández Valiela, M.V. (1969).

Es una roya muy temprana, adquiriendo su máximo desarrollo a fines del invierno o principios de primavera, produciendo en variedades muy susceptibles y en condiciones climáticas favorables, las cuales dan al cultivo un aspecto amarillento bastante intenso, por los miles de millones de uredósporas que se han formado en las hojas.

A veces es tan intenso el ataque de roya que muchos ganaderos temen pastorear la hacienda en los avenales así atacados, por temor a intoxicaciones. En la bibliografía consultada, no se han encontrado referencias acerca de estos daños. Fernández (1969).

2.5.4. Signo

Los signos más notables de la enfermedad son las masas de esporas del hongo de color rojizo – naranja que aparece en la superficie de la hoja. Estas masas de esporas se denominan pústulas, normalmente solo son visibles unas pocas pústulas sobre las variedades susceptibles, aparecen principalmente en la superficie de la lámina foliar, también en las vainas y en las partes florales, pero raramente en los tallos.

IMAGEN N° 2: SIGNO DE LA ENFERMEDAD “*Puccinia coronata avenae*”



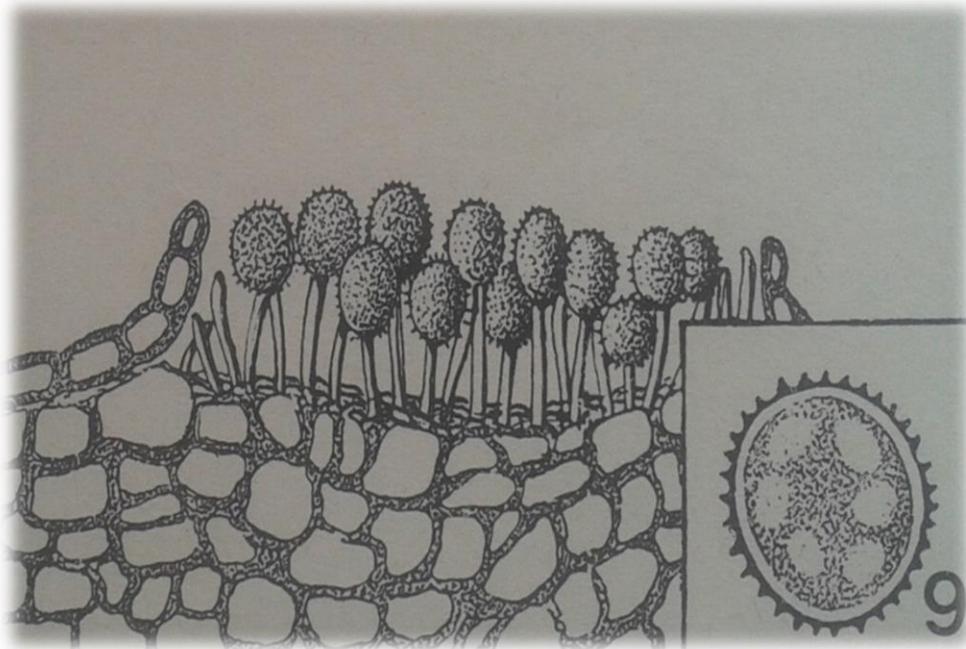
Fuente: Elaboración Propia

2.5.5. Etimología.

Produce uredósporas elipsoidales u ovoides (16-20 X 18-24 u.) de color amarillo pálido, con seis a ocho poros germinativos dispersos (Lam. 4.1:9).

IMAGEN N° 3: UREDOSPORAS ELIPSOIDALES DE LA ENFERMEDAD “*Puccinia coronata avenae*”

**ELIPSOIDALES (16-20 X 18-24 U) PROTOPLASMA ROJIZO Y
MEMBRANA CON 6 A 8 POROS GERMINATIVOS DISPERSOS;
ESPINULESCENTES. COLOR: AMARILLO ROJIZO**

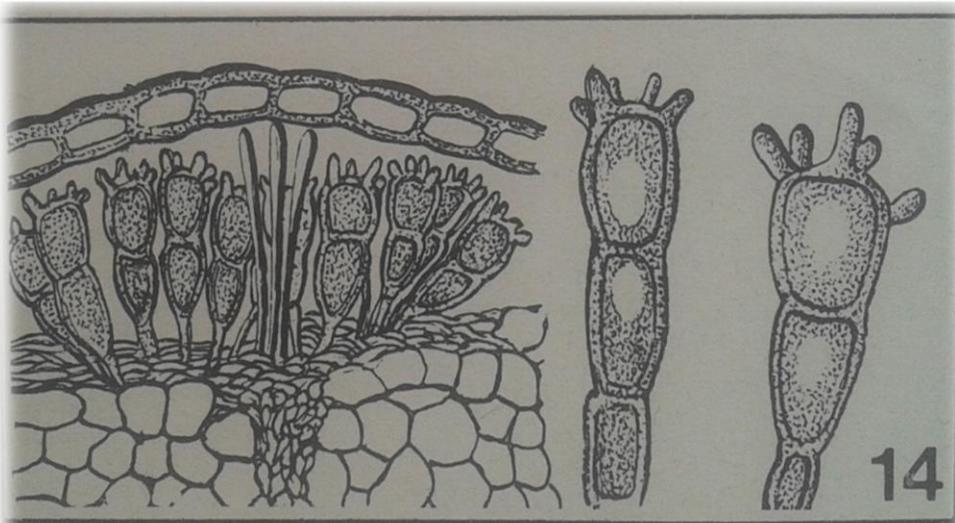


Fuente: Fernández Valiela, M.V. (1969).

Teleutosporas de color castaño oscuro, clavuladas, oblongas, subepidémicas (13-19 X 30-67 u) con la célula superior típicamente denticulada (3 a 10 denticulos Lam. 4.1:14).

IMAGEN N° 4: TELEUTOSOROS SUBERPIDÉMICOS DE LA ENFERMEDAD “*Puccinia coronata avenae*”

TELEUTOSOROS SUBERPIDÉMICOS, CON PARÁFISIS. CASTAÑO OSCURO. TELEUTOSPORAS CLAVULADAS, OBLONGAS O CILÍNDRICAS (13-19 X 30-60 u), BICELULARES, CON LA CÉLULA SUPERIOR DENTICULADA 3 A 10 DENTICÚLOS.



Fuente: Fernández Valiela, M.V. (1969).

La forma espermogónica o ecídica ocurre en *Rhamnus cathartica*, *R. alaternus* (Santiago 1968 a). Es común en Canadá y los Estados Unidos, pero no existe en nuestro país.

2.5.6. Ciclo Biológico.

En nuestro país y países vecinos se cumple en la forma uredospórica en avenas y otras gramíneas susceptibles, la cual ocurre durante todo el año.

2.5.7. Patogenia.

La penetración se hace por los estomas, con la formación de apresorios; la infección es localizada y el periodo de incubación variable (10-15 días) (Rothman 1960).

La patogenia está íntimamente relacionada con la humedad (roció) luz y temperatura. Según Barrage (1970), la germinación de las uredósporas requiere oscuridad pero puede ocurrir sobre un amplio rango de temperaturas, en la penetración requiere luz y temperaturas relativamente altas. La humedad provee el roció en su fase de condensación, que comienza ya en la puesta del sol y continúa durante la noche hasta la salida del sol, comienza entonces la fase de evaporación acompañada por un aumento de temperatura y luminosidad. Estas condiciones son las óptimas, según el citado autor, para la infección.

En este periodo de oscuridad la uredóspora germina, aprovechando la fase de condensación del rocío u el tubo germinativo forma los apresorios en las inmediaciones de las cavidades estomáticas.

Según Burrage (1969), el tubo germinativo es haptotrópico (que busca el mismo lugar de penetración).

2.5.8. Condiciones Predisponentes.

Están dadas por la susceptibilidad varietal y el tiempo húmedo y templado.

2.5.9. Causa y efecto de la Roya de la avena (*Puccinia coronata avenae*)

Las royas son las enfermedades más destructivas en avena y pueden afectar desde la etapa de plántula hasta el llenado de grano (Leyva et al., 2004).

En los Valles Altos de la Mesa Central Mexicana son un factor limitante para el cultivo de la avena (Villaseñor et al, 2001).

La roya del tallo puede reducir el rendimiento hasta en 75 % y peso de grano hasta en 60 % (Epstein et al., 1988).

Mientras que la pérdida en la producción de materia seca en variedades susceptibles fluctúa de 32 a 42 % (Villaseñor et al, 2001).

Es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno sola o con leguminosas forrajeras, la paja de avena está considerada como muy buena para el ganado por su alto contenido en vitamina E; la avena forrajera de excelentes cualidades productivas presenta ciclo vegetativo corto de 90 días utilizados para forraje, su rusticidad se traduce en no ser exigente en suelo. (SEFO, 1972).

Desde 1990 se efectuaron monitoreos fitosanitarios anuales en la Región Pampeña. Los relevamientos a campo consistieron en la determinación de la prevalencia (% de campos infectados), incidencia (% de plantas u hojas infectadas) y severidad (% de superficie foliar afectada) de las enfermedades.

La detección de roya de la corona (*Puccinia coronata avenae*), las pústulas se desarrollan principalmente en las hojas, pudiendo también aparecer en vainas y panículas. Las pústulas son pequeñas, ovales, aisladas y exponen una masa anaranjada de uredósporas, luego toma un color más oscuro.

2.5.10. Control.

Mediante la obtención de variedades resistentes y tolerantes. Según SIMONS (1968 - 1969), existen muchas avenas que poseen un alto grado de tolerancia a las razas comunes de este hongo, la cual no es difícil de localizar.

2.5.11. Control Químico

El control químico se lo realizó con los productos SÚPER Y BOGARD, que comercializan diversas materias activas con acción fungicida y diferentes modos de acción.

Si bien los productos químicos que se comercializan para el control químico de la roya (*Puccinia coronata avenae*), llegan con sus respectivas recomendaciones de las diversas materias activas con acción fúngica y diferentes modos de acción, sin embargo estos productos ya no ofrecen un control ni siquiera medianamente efectivo en la roya (*Puccinia coronata avenae*).

Por tal efecto se realizó este ensayo comparativo para ver cuál de los productos Súper o Bogard, tienen un buen control de la roya (*Puccinia coronata avenae*).

2.5.12. MÉTODOS QUÍMICOS DE CONTROL

El uso de compuestos químicos es al presente de gran importancia económica para el control de enfermedades, en especial las de origen fungoso.

De acuerdo con los datos del mercado mundial de fungicidas, en 1970 se utilizaron aproximadamente 24,500 t de ditiocarbamatos y 224,000 t de compuestos cúpricos para el control de hongos fitopatógenos.

(Kranz), con base en las cifras sobre comercialización mundial de fungicidas, determinó que la mayor parte de estos compuestos, con excepción de los empleados en tratamientos de semilla, se usan para el control de hongos.

El resto de las sustancias fitopatogénicas de consumo nacional se obtienen mediante su importación.

- Aplicación de fitopatogénicas
 - Desinfección del suelo
 - Tratamiento de propágulos
 - Tratamiento al follaje
 - ✓ Los tratamientos al follaje con el fin de proteger a las plantas y/o erradicar agentes patógenos se llevan a cabo mediante su aplicación en polvo, solución o suspensión.
 - Espolvoreo
 - Aspersión
 - Desinfección de lugares de almacenaje
 - Tratamientos después de la cosecha.
- La tolerancia, de acuerdo con la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), y la Organización Mundial de Salud (WHO) define como:
- “La concentración máxima admisible de residuos de un producto fitosanitario en el exterior o interior de plantas cosechadas desde un determinado estado de cosecha, almacenamiento, transporte, venta o elaboración para fines alimentarios hasta el momento del consumo. Esta concentración queda expresada en una millonésima parte de peso del residuo del producto fitosanitario por kg de peso de alimento (ppm/kg)”. (FAO, 1994).

2.6. PRODUCTOS QUÍMICOS

2.6.1. SÚPER

- Súper = (Azoxystrobin + Tebuconazole)
- Contenido neto = ¼ Litro
- Categoría IV ligeramente tóxico color azul
- Composición Química

Tebuconazole	200g/L
Azoxystrobin	200g/L
Inertes	600g/L
<hr/>	
Total	1000g/L

Lea íntegramente esta etiqueta antes de utilizar el producto.

Inscrito ante el SENASA bajo el N°: 1565/2009-2014.

- **Contenido neto:** ¼ litro.
- **Fecha de fabricación:** Diciembre/2013
- **Fecha de vencimiento:** Diciembre/2016
- **N° de lote:** 20090918
- **Principio Químico** Triazoles + estrobilurinas

2.6.1.1. Precauciones y advertencias de uso

Se recomienda utilizar un protector facial, guantes, botas de goma y ropa protectora adecuada.

2.6.2. BOGARD

- Bogard = (Difeconazole)
- Contenido neto = ¼ Litro
- Categoría IV ligeramente tóxico color azul
- Composición Química

Difeconazole	25g
Emulsionantes y coadyuvantes	100cm ³

- Vencimiento: Diciembre - 2016
- Origen: Suiza / Brasil
- Contenido Neto: 1 litro
- Inflamable de 3° categoría

El presente producto debe ser comercializado y aplicado dando cumplimiento a las normativas provinciales y municipales correspondientes.

No reingresar al área tratada hasta que el producto se haya secado de la superficie de las hojas.

2.7. FASES FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE LA AVENA

2.7.1. Germinación

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el periodo de germinación.

2.7.2. Etapa de Macolla.

A partir del estado de segunda hoja, comienza el crecimiento de macollos desde yemas ubicadas en los subnodos del eje principal.

Los macollos corresponden a brotes laterales y su desarrollo sigue el mismo modelo del tallo principal; así, un macollo va emitiendo hojas y produciendo raíces adventicias durante su desarrollo vegetativo. Las plantas pueden llegar a producir entre tres y cuatro macollos, siendo común que uno o dos de los macollos de formación más tardía no logren aportar al rendimiento. Prodelesa (2008).

2.7.3. Etapa de Encañado

La planta, además de producir en promedio tres entrenudos subterráneos que no se elongan, produce seis a siete entrenudos aéreos que sí lo hacen; el nudo apical del primer entrenudo que se elonga es el que porta la panícula, siendo ese mismo nudo el que se detecta subterráneamente al comenzar la etapa de encañado.

Luego de iniciada la etapa de encañado, las raíces principales y los entrenudos de la parte aérea se van desarrollando en forma relativamente rápida; estos entrenudos, que varían en longitud y diámetro, presentan nudos prominentes, los cuales alcanzan un número promedio de seis en los cultivares más precoces y de siete en los cultivares más tardíos. Mientras más alta es la posición de los entrenudos en la planta, mayor es la longitud que ellos alcanzan.

En este sentido, el entrenudo superior, que corresponde al pedúnculo, presenta una gran elongación; dicho entrenudo puede llegar a representar entre 40 y 55% de la altura total alcanzada por la planta. El diámetro de los tallos presenta una menor variación, siendo el entrenudo superior el que alcanza los valores más bajos.

El diámetro, a través de los diferentes entrenudos, alcanza valores que fluctúan entre 3 y 4 mm al completarse el crecimiento del entrenudo aéreo más basal, el entrenudo

que le sigue, segundo hacia arriba, ha completado la mitad del crecimiento; el tercero, en tanto, está recién comenzando a crecer.

La diferenciación de la panícula ocurre simultáneamente con el inicio de la elongación de los entrenudos; el mayor incremento en el tamaño de la panícula, en tanto, se produce durante el proceso de elongación del pedúnculo (Prodelesa.2008).

2.8. LA AVENA EN BOLIVIA

La producción de avena forrajera en Bolivia se difunde a partir del año 1972, con la empresa (SEFO) para dar a Bolivia independencia en la provisión de semillas forrajeras al ofrecer al productor pecuario un amplio surtido de especies y cultivares de alta productividad y adaptadas a las condiciones ecológicas y tecnológicas de cada región del país.

San Martín (2006), menciona que en Bolivia, las variedades criollas ocupaban la mayor superficie destinada a este cereal. Su origen es desconocido y probablemente se introdujeron en la época de la colonia.

Según este mismo autor, a partir de esta época, las variedades recomendadas como Rotenburger, Bannok, Texas y Litoral fueron aceptadas por los agricultores, su cultivo se extendió más a las zonas altas, debido a la roya del tallo (*Puccinia coronata avenae*) que tiene prevaecía en los valles de Bolivia.

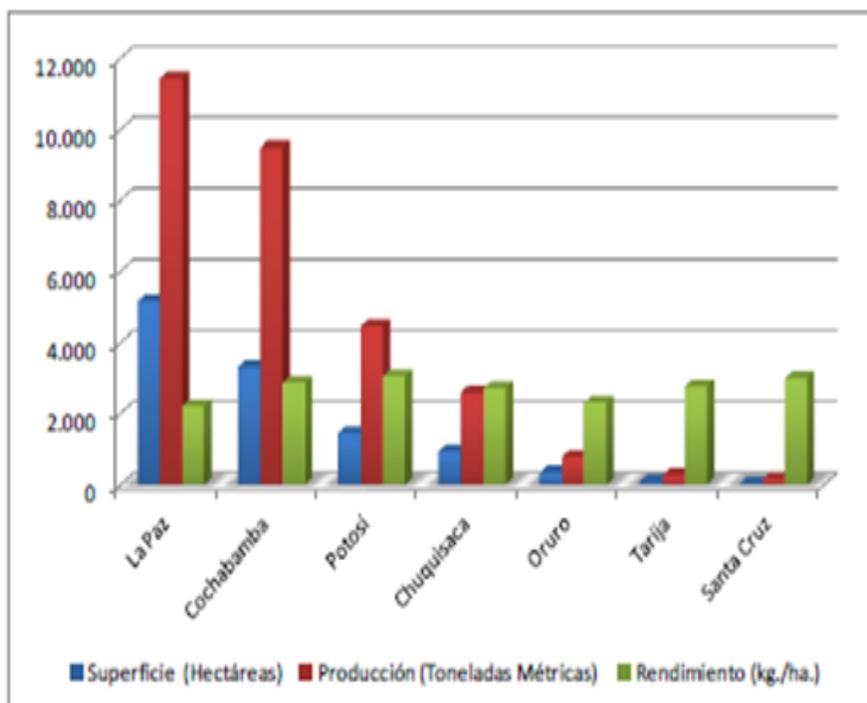
Dada las características geográficas, se trata de aprovechar al máximo posible algunas áreas que puedan ser de utilidad para el cultivo de productos donde se tiene cultivos a orillas de los ríos y/o quebradas, por la humedad de las mismas en tiempo de baja precipitación y que favorecen de gran manera a la producción.

También se tiene riego con canales rústicos que los propios comunarios construyeron ya sea comunal o individual.

2.8.1. Rendimientos

En Bolivia se cultivan forrajes, tales como la alfalfa, avena berza y cebada berza. La producción de forrajes se obtiene de las más de 107 mil hectáreas que representan un 4% de la superficie total destinada al sembradío agrícola en Bolivia (28.660.001 hectáreas). Los departamentos que producen avena forrajera son La Paz con más de 5 mil hectáreas y representando un 45% de participación, seguido de Cochabamba con 29% y Potosí con 13%., Tarija 4.93%.

CUADRO N° 1: BOLIVIA DEPARTAMENTOS EN LOS QUE SE CULTIVA AVENA FORRAJERA



Fuente: Elaboración Propia en base a información del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia – Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA 2008

2.8.2. VARIEDADES DE AVENA

Según *Prodelesa* (2008), los criterios a seguir en la elección de variedades son: color y calidad del grano, productividad, resistencia al encamado, enfermedades y frío.

La temperatura es el principal factor ambiental que determina el tipo de variedad.

Las avenas de invierno predominan en las zonas con inviernos suaves y las avenas de primavera, con madurez temprana, se cultivan al norte del área de las avenas de invierno. Las variedades de media estación, de madurez tardía, se siembran en las zonas más frías de las regiones templadas, (*Prodelesa*, 2008).

Según (*IBTA*) *Programa de Trigo y Cereales Menores* (1997) y *SEFO-SAM* (2008), en nuestro país se cultivan variedades, tanto introducidas como locales, entre las que se mencionan:

- **Variedad Texas,**
- **Variedad Gaviota,**
- Variedad IBTA-Litoral,
- Variedad Águila,
- Variedad IBTA-Tunari,
- Variedad IBTA-Amanecer,
- Variedad Ums 2000,
- Variedad Riviera,
- Variedad Cóndor entre otras.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de Bordo Calama primera sección del municipio de San Lorenzo Provincia Méndez del Departamento Tarija-Bolivia, Distante a **25 kilómetros** de la capital de Tarija, en los terrenos de la Señora Porfidia Gutiérrez.

3.2. Características de la zona de estudio

3.2.1. Ubicación Geográfica

Geográficamente se ubica con la Comunidad de Calama, al oeste con la Comunidad de Marquiri, al norte con la Comunidad de Jurina y Tucumilla y al sur con la Comunidad de Choroma.

Datos obtenidos mediante GPS en la Zona de estudio.

CUADRO N° 2: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica de la Comunidad Bordo Calama		
Latitud S: 21°24.3`98.2”	Longitud W: 64°49`67.9”	Altura: 2163 m.s.n.m

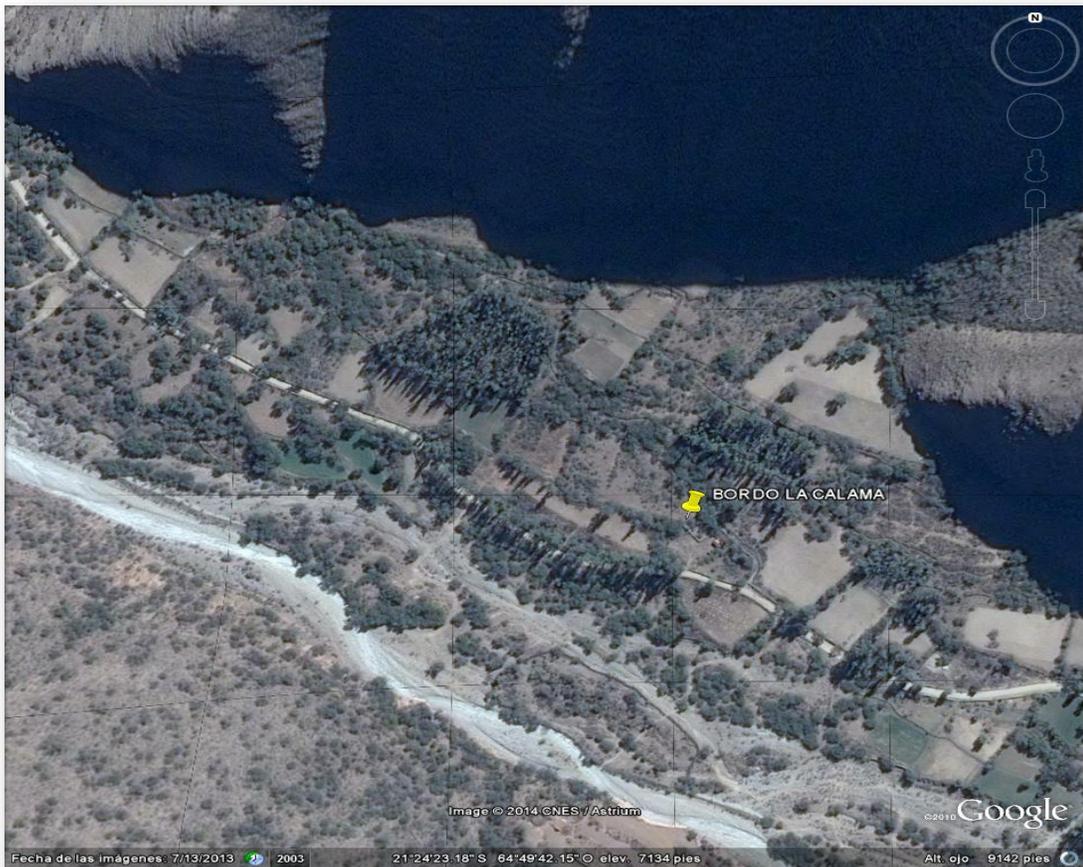
IMAGEN N°5 UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD BORDO CALAMA EN MAPA DE LA PROVINCIA MÉNDEZ



3.2.2. Ubicación de la parcela.

La parcela experimental que se implementó se encuentra al oeste de la Comunidad de Bordo Calama, limita al este con la propiedad de la Señora Bertha Jaramillo, con la propiedad del Señor Perfecto Renán Ortega, norte limita con el camino carretero y al sur limita con la propiedad del señor Mercedes Albornos.

IMAGEN N° 6 UBICACIÓN DE LA PARCELA MEDIANTE MAPA SATELITAL



3.2.3. Condiciones climáticas

La comunidad de Bordo Calama se caracteriza por tener un clima templado semiárido sin cambio térmico invernal definido con temperatura media anual de 17°C. Esto corresponde a un clima igual al del valle Central de Tarija, con temperaturas medias anuales máximas entre 25 °C y mínimas de 9 °C.

3.2.4. Precipitación

De acuerdo a la zona donde se halla ubicada esta localidad, pertenece al valle central de Tarija el cual presenta un clima templado semiárido.

La precipitación media anual es de 731 mm distribuidos en un periodo lluvioso entre noviembre y marzo.

Cuadro N° 3: Precipitación y Temperatura Anual

Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Temp. Max. Media	°C	25,8	25,3	25,0	25,2	24,6	24,5	24,0	25,8	26,4	27,2	26,6	26,5
Temp. Min. Media	°C	13,4	12,9	12,5	10,2	6,3	4,0	3,6	5,3	7,4	10,8	12,2	13,3
Temp. Media	°C	19,6	19,1	18,7	17,7	15,4	14,2	13,8	15,5	16,9	19,0	19,4	19,9
Temp.Max.Extr.	°C	34,5	34,5	34,5	33,9	35,0	33,0	35,0	36,8	38,2	40,5	40,0	39,0
Temp.Min.Extr.	°C	7,0	2,7	5,0	-1,5	-3,0	-9,5	-10,0	-5,5	-3,0	-1,0	1,0	4,0
Días con Helada		0	0	0	0	1	5	6	4	1	0	0	0
Humed. Relativa	%	63	65	68	67	60	50	44	42	43	50	54	59
Nubosidad Media	Octas	5	6	5	4	3	2	2	2	3	4	5	5
Evapo. Media	mm/día	4,31	4,04	3,75	3,73	3,82	4,17	4,12	4,29	4,48	4,92	4,53	4,57
Precipitación	mm	141,3	125,1	94,6	23,6	5,1	0,9	0,7	2,3	10,8	28,4	62,4	126,6
Pp. Max. Diaria	mm	84,0	110,0	80,0	40,0	17,2	7,0	3,0	15,5	38,1	32,0	88,5	80,5
Días con Lluvia		14	12	11	5	2	1	1	1	2	6	9	12
Velocidad del viento	km/hr	7,5	5,8	6,4	7,3	7,3	7,5	8,8	10,3	10,3	9,6	13,3	9,7
Dirección del viento		E	E	W	W	W	W	E	W	W	E	E	W

3.2.5. Temperatura

La media anual es de 17.4°C, con una máxima media de 9.3°C y una mínima de 9.3°C. Los valores extremos se registran en diciembre con 28.4°C y durante los meses de junio y julio se presentan las temperaturas más bajas con -10.0°C. La presencia de

heladas se manifiestan en los meses de abril hasta septiembre; la humedad relativa es de 56% y la evaporación llega a 4.23 mm anuales y 5.44 mm de promedio mensual.

3.3. MATERIALES

3.3.1. Material Biológico

Se trabajó con las variedades Texas y Gaviota, cuyas características agronómicas son las siguientes:

- **Variedad Texas**

Características de la planta:

- Hábito de crecimiento: Erecto.
- Altura media: 130 - 150 cm.
- Días a floración: 96.
- Días a madurez fisiológica: 135.
- Reacción al acame: Moderadamente resistente.
- Reacción al desgrane: Tolerante.
- Reacción a enfermedades: Resistente a la roya de la hoja, del tallo y carbón volador.

- **Variedad Gaviota**

Características de la planta:

- Hábito de crecimiento: Erecto
- Altura media: 130 - 150 cm
- Días a floración: 96
- Días a madurez fisiológica: 135
- Reacción al acame: Moderadamente resistente
- Reacción al desgrane: Tolerante

- Resistencia a enfermedades: Resistente a la roya de la hoja, del tallo y carbón volador.

Para la siembra se utilizó semilla de la categoría fiscalizada de ambas variedades, se utilizó esta categoría porque no se encontró las otras categorías.

3.3.2. Productos Químicos

- **SUPER**
- **BOGARD**

3.3.3. Material De Campo

- Libreta de campo.
- GPS.
- Tractor.
- Arado.
- Rastreado.
- Azadón, rastrillo, estacas.

3.3.4. Material De Gabinete

- Computadora.
- Impresora.
- Cámara Fotográfica.
- Calculadora.

3.4. MÉTODOS

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial (2x3), con seis tratamientos y tres repeticiones, donde se

probarán dos variedades de avena, con dos tipos de fungicidas (BOGARD Y SÚPER) y un testigo (sin fungicida), La distribución de las unidades experimentales serán al azar cada unidad experimental será de 2*4 m².

CUADRO N° 4: DISEÑO EXPERIMENTAL

VARIETADES	FUNGICIDAS	TRATAMIENTOS
V1= TEXAS	T	T1= V1T
	F1	T2= V1F1
	F2	T3= V1F2
V2= GAVIOTA	T	T4= V2T
	F1	T5= V2F1
	F2	T6= V2F2

3.4.1. Descripción de los tratamientos

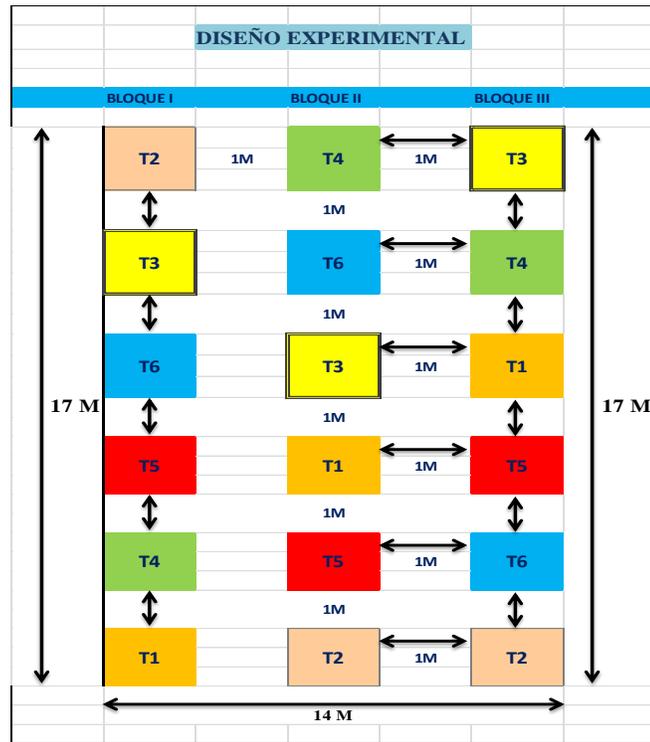
- **Variedades**
 - ✓ V1 = Texas
 - ✓ V2 = Gaviota
- **Fungicidas**
 - ✓ T = Testigo
 - ✓ F1 = Fungicida SÚPER
 - ✓ F2 = Fungicida BOGARD

3.4.2. Características del diseño

- N° de tratamientos: 6
- N° de repeticiones: 3
- N° de unidades experimentales: 18

3.4.3. Distribución de Unidades Experimentales

**CUADRO N° 5: DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES
SEGÚN EL DISEÑO EXPERIMENTAL**



3.4.4. Tamaño de la Parcela Experimental.

- Área total de la parcela experimental = 1400 m².
- Espacio entre parcelas dentro del bloque = 1 m².
- Espacio entre bloques = 1 m².
- Área total aprovechable = 144 m².
- Área total del ensayo = 54 m²

3.4.5. Tamaño de la Unidad Experimental.

- Largo = 4 m².
- Ancho = 2 m².

- Área Total = 8m².
- Área de estudio UE. = 4 m².
- Área de borde = 4 m².

3.4.6. Preparación Del Terreno.

El área donde se realizó el ensayo se tuvo que hacer un riego de fondo, con el objeto de que el suelo tenga la humedad adecuada a las labores de preparación del terreno para el cultivo de avena forrajera.

3.4.7. Arado.

En la fecha 27 de abril del año 2015 se utilizó un tractor con un arado de 3 discos para realizar la arada para aflojando y aireando el suelo y luego proceder a rastrear.

3.4.8. Rastreada.

La rastreada se la realizó en fecha 29 de abril del año 2015 se utilizó un tractor y un romplau de 16 discos, se realizó 2 pasadas para desmenuzar malezas y los terrones del terreno de una superficie de 1400 m².

El surcado se realizó manualmente, sobre una superficie de 144 m², dividiendo el área de estudio con estacas y pitas en 18 parcelas, con una dimensión de 2x4m.

3.4.9. Siembra.

La siembra de las dos variedades de avena Texas y Gaviota, se realizó el 3 de mayo del 2015, en surcos a chorro continuo, a 4 surcos de 4 metros de largo, por parcela a una distancia de surco de 0.25 metros. A una profundidad de 0.15 metros, el espacio de bloque a bloque de 1 metro. Se utilizó semilla de categoría fiscalizada.

CUADRO N° 6: CANTIDAD DE SEMILLA DE AVENA

Semilla de avena	Semilla/Surco	Semilla/Parcela	Semilla/Ha.
Variedad Texas	20,7 gr	82.80 gr	103.50 Kg
Variedad Gaviota	20.5 gr	82 gr	102.50 Kg

3.4.10. Labores Culturales

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se realizaron diferentes labores culturales, entre las cuales se puede mencionar: el riego, la fertilización, aporque y cosecha.

3.4.10.1. Riego

En los predios de la parcela de estudios en la Comunidad de Bordo Calama existe un sistema de riego por canal que abasteció durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

El sistema de riego fue por surco, el caudal de agua transcurría desde el río Marquiri hasta el cultivo mediante un canal principal conducido por gravedad.

Se aplicó 13 riegos en intervalos de 10 días, el tiempo necesario de riego para adoptar la dosis deseada fue en un intervalo de 40 a 60 minutos, esta característica ayuda al equilibrio entre las pérdidas por percolación y por escurrimiento durante el riego tomando en cuenta la sequedad del suelo y marchitamiento de las hojas en horas críticas de insolación.

CUADRO N° 7: Riegos	
FECHA	
1.	11 de Mayo del 2015
2.	25 de Mayo del 2015
3.	09 de Junio del 2015
4.	20 de Junio del 2015
5.	28 de Junio del 2015
6.	08 de Julio del 2015
7.	13 de Julio del 2015
8.	21 de Julio del 2015
9.	31 de Julio del 2015
10.	03 de Agosto del 2015
11.	09 de Agosto del 2015
12.	20 de Agosto del 2015
13.	28 de Agosto del 2015

3.4.10.2. Pulverizaciones

Se realizó las pulverizaciones correspondientes de los productos químicos, previa preparación de los productos “SUPER y BOGARD” en una máquina pulverizadora de 20 litros de agua.

Se utilizó 10 ml de producto a los 60 días, aplicando en las rayas de avena de costado y por encima de la planta; sucesivamente hasta llegar a la altura final.

En las dos últimas aplicaciones se tuvo que preparar 1 ½ máquina de pulverización, porque se tenía una gran cantidad de masa verde.

CUADRO N° 8: Pulverizaciones	
FECHA	
1	3 de Julio del 2015
2	24 de Julio del 2015
3	14 de Agosto del 2015
4	29 de Agosto del 2015

3.4.10.3. Cosecha

Se cosechó en fecha 04 de septiembre del 2015, los surcos marcados de las variedades (Texas y Gaviota) en estado lechoso, luego se procedió a pesar en verde para determinar el rendimiento de cada tratamiento.

3.4.11. Rendimiento de Campo

El % de humedad en el momento del corte fue entre el 75 % (Gamarra B.J 2013)

El rendimiento de campo se determinó pesando todo el forraje obtenido en verde por tratamiento y de cada una de las repeticiones, tomando en cuenta sólo dos surcos de los cuatro existentes; dejando dos surcos sin evaluar, uno a cada lado por efecto de

bordura; esto se realizó con la finalidad de tener mayor precisión en el control del peso del forraje en cada una de las parcelas.

3.4.12. Variables Respuesta

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo se estudió las siguientes variables de respuesta.

- **% de ataque de roya (*Puccinia coronata avenae*) por tratamiento.**
 - ✓ Se procedió a la verificación del % de ataque por tratamientos a los 60 días después de la cosecha, dando un índice del 65% de grados de severidad y un porcentaje real ocupado por la roya del 24.05 %, mediante la escala modificada de COBB.

- **N° de manchas por hoja de cada tratamiento luego de aplicar los productos para ver la efectividad del producto.**
 - ✓ El N° de manchas por tratamiento se redujo considerablemente hasta un 0.37 % de porcentaje real ocupado por la roya en la hoja y un control del 99% con el fungicida SÚPER y un 95% con el fungicida BOGARD.
 - ✓ Se procedió a las mediciones de las alturas a los 30, 60, 90, altura final y rendimiento, para verificar los indicios de roya.

- **Rendimiento por tratamiento.**
 - ✓ Se procedió a pesar los tratamientos para cuantificar el rendimiento de cada parcela tratada con los fungicidas y respectivamente las no tratadas, obteniendo satisfactoriamente buenos rendimientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 30 DÍAS

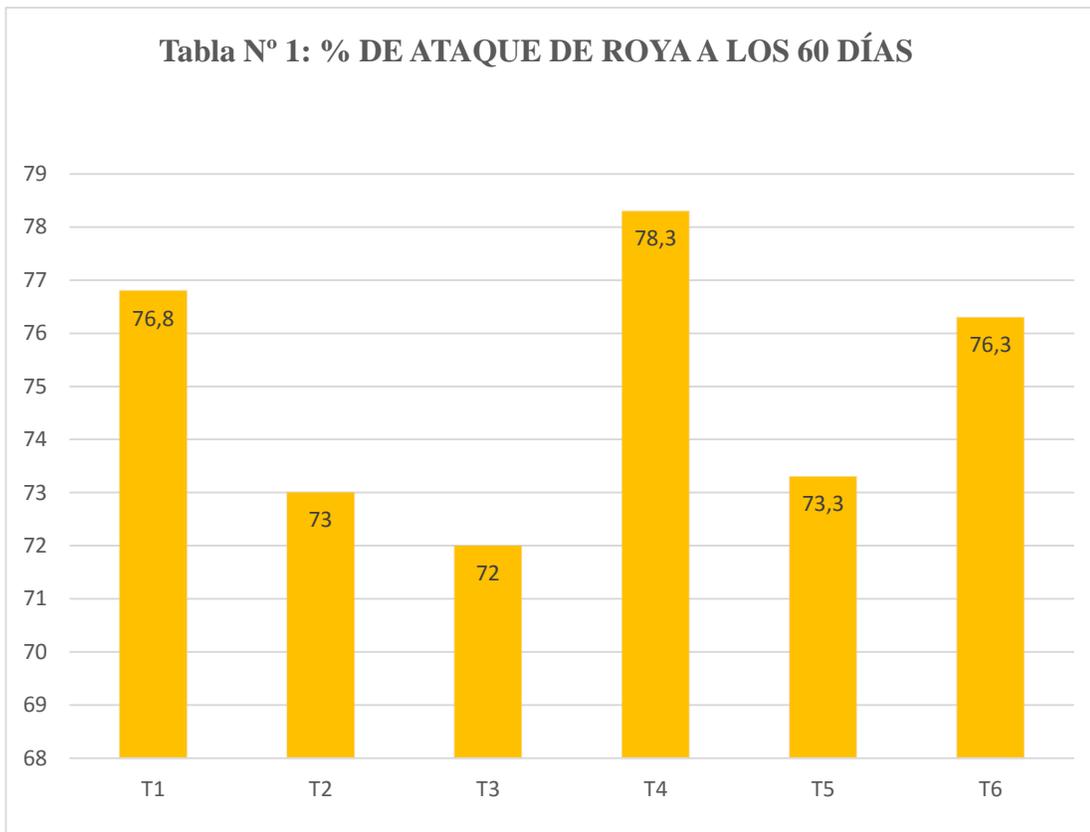
Con la finalidad de evaluar el índice de ataque de la roya, por variedad, se realizó la primera lectura a los 30 días, mostrándonos que este patógeno no ataca a la avena en los primeros estadios de desarrollo de las plantas.

4.2. % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 60 DÍAS

Cuadro N° 9: % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 60 DÍAS

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ	X
	I	II	III		
T1	77.6	75	78	230	76.8
T2	73	76	70	219	73
T3	70	72	74	216	72
T4	79	77	79	235	78.3
T5	74	75	71	220	73.3
T6	73	77	79	229	76.3
Σ	446.6	452	451	1349.6	
X	74.4	75.3	75.2		

Como se muestra en el cuadro N° 9, a los 60 días después de la siembra cuando las plantas alcanzan una altura promedio, se puede evidenciar que el tratamiento T4 con un % de ataque del 78.3%, es el tratamiento más atacado por la roya con un porcentaje real de roya de 27.75 % en la lámina de la hoja, seguida por el tratamiento T1 con un % de ataque del 76.8%; por tal motivo se realiza los controles con los fungicidas para combatir la enfermedad causada por el patógeno.



En la tabla N° 1 se logra evidenciar notablemente la presencia de Roya “*Puccinia coronata avenae*”, el tratamiento T4 con un porcentaje del 78,3 %, es el tratamiento que más incidencia tubo de esta enfermedad; seguida del tratamiento T1 y T6; donde el tratamiento T3 es el que tiene menor incidencia de roya con un porcentaje de 72 %, de este modo se llevó a cabo el inicio de las pulverizaciones con los fungicidas “SÚPER y BOGARD” respectivamente.

**CUADRO N° 10: INTERACCIÓN DE VARIEDADES Y FUNGICIDAS
PARA EL % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 60 DÍAS**

	FS	FB	T	Σ	X
VI	219	216	230.6	665.6	73.9
VII	220	229	235	684	76
Σ	439	445	465.6	1349.6	
X	73.2	74.2	77.6		

En el cuadro N° 10: Se tiene que el mayor % de incidencia corresponde a la media de los tratamientos T1 y T4 con un 77.6 % de ataque de roya.

CUADRO N° 11: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 60 DÍAS

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M	F	FT	
					1 %	5 %
Replicas	2	2.8	1.4	0.235 n. s.	7.56	4.10
Tratamientos	5	96.5	19.3	3.295 n. s.	5.64	3.33
variedad (A)	1	18.8	18.8	3.212 n. s.	10.0	4.96
fungicida (B)	2	64.9	32.4	5.542 *	7.56	4.10
(A x B)	2	12.8	6.4	1.090 n. s.	7.56	4.10
Error	10	58.5	5.9			
TOTAL	17	101347.8				

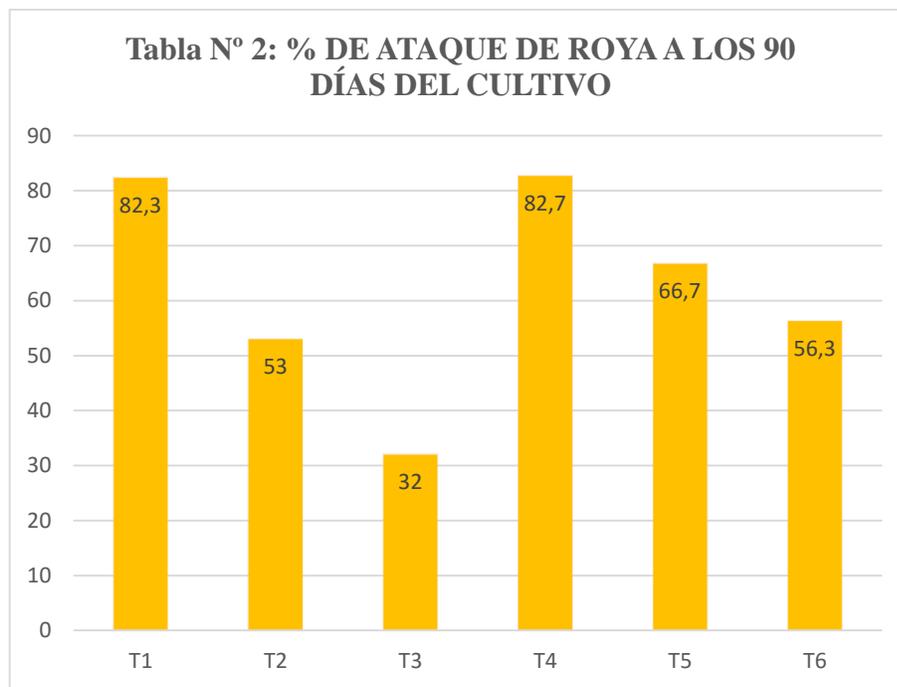
En el cuadro N° 11, nos dice que en las réplicas, tratamientos, factor variedad e interacción no existe diferencia significativa tanto para el 5 % y el 1 %; para el factor fungicida con el dato 5.542 en la FC es > a 4.10 % de FT, habiendo una diferencia significativa al 5 %, no hay diferencia significativa para el 1 % con el dato de 4.10 % de la FT.

4.3. % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 90 DÍAS

CUADRO N° 12: % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 90 DÍAS

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ	X
	I	II	III		
T1	82	80	85	247	82.3
T2	53	56	50	159	53
T3	30	32	34	96	32
T4	81	84	83	248	82.7
T5	64	65	71	200	66.7
T6	53	57	59	169	56.3
Σ	363	374	382	1119	
X	60.5	62.3	63.7		

La tercera lectura para evaluar el índice de ataque por variedad revisada, se tiene que existe % de ataque de roya en la lámina de la avena del 82.7 % en el tratamiento T4, sin embargo ya hay control de la roya de la avena mencionada siendo el tratamiento T3 el que mayor control tuvo con un 32 % de efectividad del fungicida BOGARD, seguido del tratamiento T2 con un 53 % de control.



En la tabla N° 2, a los 90 días del cultivo, se tiene un control óptimo hasta el momento de la presencia de Roya "*Puccinia coronata avenae*", el tratamiento T3 con un porcentaje del 32 % fue el que mayor control obtuvo respectivamente, seguido del tratamiento T2 con un control de 53 %; siendo el T4 y T1 los que tienen mayor incidencia de roya a los 90 días por ser los testigos.

CUADRO N° 13: INTERACCIÓN DE VARIEDADES Y FUNGICIDAS PARA EL % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 90 DIAS

	FS	FB	T	Σ	X
VI	159	96	247	502	55.8
VII	200	164	248	617	68.6
Σ	359	265	495	1119	
X	59.8	44.2	82.5		

En el cuadro N° 13: Se tiene que el mayor % de incidencia corresponde a la media de los tratamientos T1 y T4 con un 82.5 % de ataque.

Se aprecia un control efectivo en las medias de los tratamientos con el fungicida BOGARD del 44.2 % y un % real ocupado en la hoja de 16.7 %; seguido de una media de los tratamientos con fungicida SÚPER del 59.8 % y un % real ocupado en la hoja de 20.2 %, donde la variedad V1 con el 55.8 % es la que presenta mayor resistencia a la severidad de la enfermedad.

CUADRO N° 14: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 90 DÍAS

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M	F	FT	
					1 %	5 %
Réplicas	2	30.3	15.2	2.514 n. s.	7.56	4.10
Tratamientos	5	5625.8	1125	185.5 **	5.64	3.33
variedad (A)	1	734.7	734.7	121.8 **	10.0	4.96
fungicida (B)	2	4453.3	2228.7	369.4 **	7.56	4.10
(A x B)	2	433.8	216.9	35.9 **	7.56	4.10
Error	10	6/3	6.03			
TOTAL	17	75281				

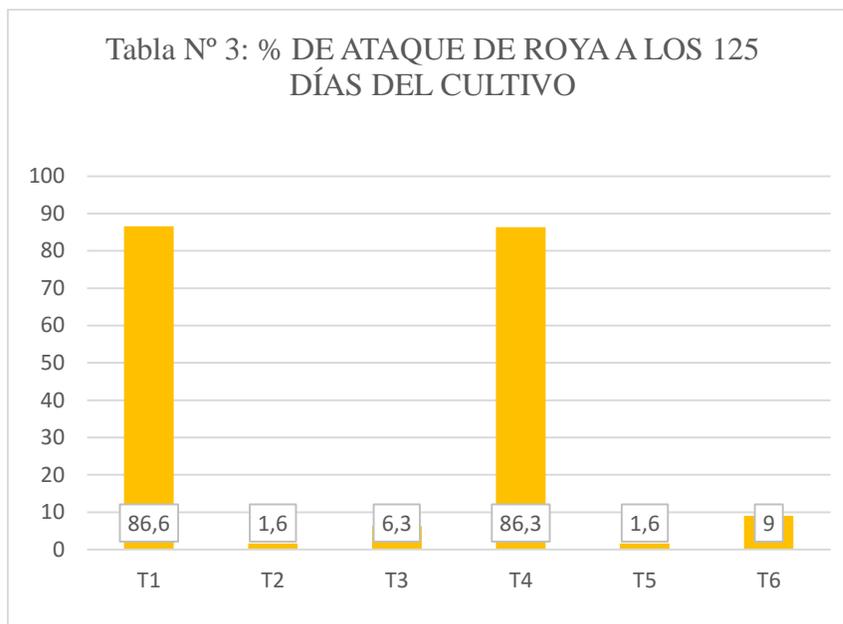
En el cuadro N° 14, concerniente al análisis de varianza para el % de ataque a los 90 días, nos indica que en las réplicas no hay diferencias significativas, tanto para el 5 % $2.514 < a 7.56$ % de FT, como también para el 1 % con un dato del 2.514 de FC $< a 4.10$ % de FT; habiendo diferencias altamente significativas para los factores “tratamientos, variedad, fungicida y la interacción” al 5 % y al 1 % de probabilidades.

4.4. % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 125 DÍAS DEL CULTIVO

CUADRO N° 15: % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 125 DÍAS

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ	X
	I	II	III		
T1	83	87	90	260	86.6
T2	3	1	1	5	1.6
T3	5	6	8	19	6.3
T4	84	86	89	259	86.3
T5	2	1	2	5	1.6
T6	10	9	8	27	9
Σ	187	190	198	575	
X	31.2	31.7	33		

La cuarta lectura para evaluar el índice de ataque de roya en la avena, se tiene que existe % de ataque de roya en la lámina de la avena del 86.6 % en el tratamiento T1, seguido del Tratamiento T4 con un 86.3 % de grados de severidad de la roya, sin embargo se evidenció un control de la roya, siendo el tratamiento T2 y T5 los que obtuvieron el mejor % del control de esta enfermedad con un 97 %, seguido del tratamientos T3 con un 95 % de control y T6 con un 90 % con el fungicida BOGARD.



Observando la tabla N° 3 podemos asegurar que el tratamiento T2 y T4 con fungicida SÚPER es el mejor, con un control del 97 %, seguido del tratamiento T3 de la con fungicida BOGARD con un porcentaje de 95 %, siendo significativos al tratamiento T6 de la variedad Gaviota con fungicida BOGARD que presenta un control de 90 % siendo altamente significativos a los tratamientos T1 con una incidencia de roya del 86,6 % y T4 con 86,3 % respectivamente.

**CUADRO N° 16: INTERACCIÓN DE VARIEDADES Y FUNGICIDAS
PARA EL % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 125 DÍAS**

	FS	FB	T	Σ	X
VI	5	19	260	284	31.6
VII	5	27	259	291	32.3
Σ	10	46	519	575	
X	1.6	7.6	86.5		

En el cuadro N° 16: Se tiene que el mayor % de incidencia corresponde a la media de los tratamientos T1 y T4 con un 86.5 % de ataque.

Se aprecia un control efectivo en las medias de los tratamientos con el fungicida SÚPER del 1.6 % y un % real ocupado en la hoja de 1.11 %; seguido de una media de los tratamientos con fungicida BOGARD del 7.6 % y un % real ocupado en la hoja de 2.7 %, donde la variedad V1 con el 31.6 % es la que presenta mayor resistencia a la severidad de la enfermedad.

CUADRO N° 17: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL % DE ATAQUE DE ROYA A LOS 125 DÍAS

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M	F	FT	
					1 %	5 %
Replicas	2	8.8	4.4	1.2 n. s.	7.56	4.10
Tratamientos	5	26957.1	5319.4	1502.2 ***	5.64	3.33
variedad (A)	1	3.5	3.5	0.9 n. s.	10.0	4.96
Fungicida (B)	2	26943.5	13471.7	3753.5 ***	7.56	4.10
(A x B)	2	10.1	5.1	1.4 n. s.	7.56	4.10
Error	10	35.9	3.6			
TOTAL	17	45306				

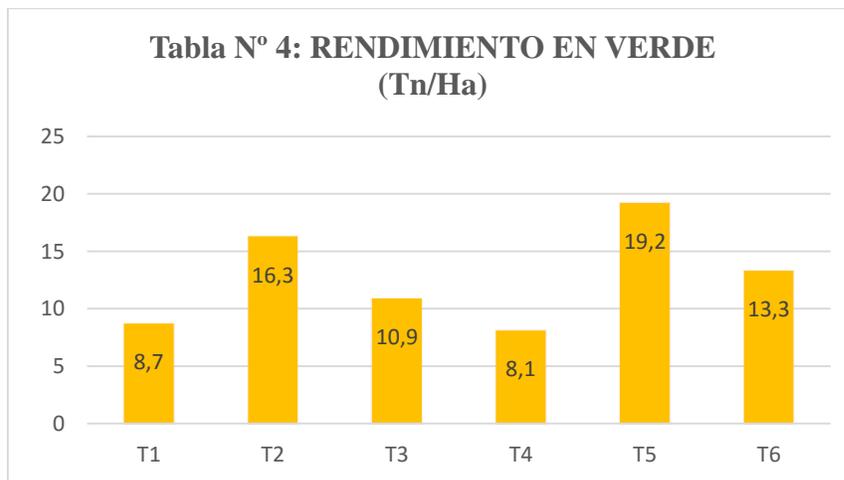
En el cuadro N° 17, concerniente al análisis de varianza para el % de ataque a los 125 días, nos indica que “Réplicas, variedad e interacción” no se tiene diferencias al 1 % y 5 %; sin embargo habiendo diferencias altamente significativas para los tratamientos y fungicidas al 1 y 5 % de probabilidad.

4.5. RENDIMIENTO EN VERDE (Tn/Ha)

CUADRO N° 18: RENDIMIENTO EN VERDE (Tn/Ha)

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ	X
	I	II	III		
T1 = VTt	7.5	12.5	6	26	8.7
T2 = VT-FS	11.5	21.3	16	48.8	16.3
T3 = VT-FB	9.3	16.3	7.3	32.9	10.9
T4 = VGt	9.3	10	5	24.3	8.1
T5 = VG-FS	18.8	20	18.8	57.6	19.2
T6 = VG-FB	11	18.8	10	39.8	13.3
Σ	67.4	98,9	63.1	229.4	
X	11.2	16,48	10.5		

En el cuadro N° 18, con referencia al rendimiento en materia verde en el momento de la cosecha se observa que el tratamiento T5 (VG-FS), obtiene un peso 19.2 Tn/Ha; seguido del tratamiento T2 (VT-FS) con un peso de 16.3 Tn/Ha, el tratamiento T6 (VG-FB) con un peso de 13,3 Tn/Ha, el tratamiento T3(VT-FB) llegó a obtener un peso de 10.9 kg, siendo altamente significativos a los tratamientos T1 y T4 respectivamente con un rendimiento de 8.7 Tn/Ha. y 8.1 Tn/Ha.



En la tabla N° 4 podemos observar que el fungicida SUPER es significativo en los tratamientos T5 y T2, seguidos de los tratamientos T6 y T3 con fungicida BOGARD, siendo altamente significativos a los tratamientos T1 y T4 respectivamente.

**CUADRO N° 19: INTERACCIÓN DE VARIEDADES Y FUNGICIDAS
PARA EL RENDIMIENTO EN MATERIA VERDE (TN/HA)**

	FS	FB	T	Σ	X
VI	48.8	32.9	26	107.7	11.97
VII	57.6	39.8	24.3	121.7	13.5
Σ	106.4	72.7	50.3	229.4	
X	17.7	12.1	8.4		

En el cuadro N° 19: Se tiene que el mayor % de rendimiento corresponde a la media de los tratamientos T5 y T2 con 17.7 Tn/Ha, seguido de la media de los tratamientos T6 y T3 con 12.1 Tn/Ha, siendo altamente significativos a las medias de los tratamientos T1 y T4 con 8.4 Tn/Ha.

Se aprecia que la media en las variedades corresponde a la V2, con un rendimiento de 13.5 Tn/Ha. Seguida de la variedad V1, con 11.97 Tn/Ha.

**CUADRO N° 20: ANOVA PARA EL RENDIMIENTO EN MATERIA VERDE
EN Tn/Ha**

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	
					1 %	5 %
Réplicas	2	127.36	63.68	12.571 ***	7.56	4.10
Tratamientos	5	287.14	57.43	11.337 **	5.64	3.33
variedad (A)	1	10.89	10.89	2.150 n.s.	10.0	4.96
fungicida (B)	2	265.81	132.91	26.239 ***	7.56	4.10
(A x B)	2	10.44	5.22	1.030 n.s.	7.56	4.10
Error	10	50.65	5.07			
TOTAL	17	3388.72				

Media General = 12.7444

Coefficiente de Variación = 17.66 %

Analizando el cuadro ANOVA podemos concluir que existen diferencias significativas para las fuentes de variación que corresponden a las réplicas (0,1%), para los tratamientos (1%) y para el factor Fungicida (0,1%), por lo que se determina recurrir a una prueba de comparación de niveles para determinar el mejor tratamiento.

PRUEBA DE TUKEY PARA RENDIMIENTO EN VERDE (Kg)

$$Sx = \sqrt{CMe \div Nr}$$

$$T = q * Sx$$

$$Sx = \sqrt{5.07 \div 3}$$

$$T = 4.91 * 1.3$$

$$Sx = 1.3$$

$$T = 6.4$$

CUADRO N° 21: PRUEBA DE TUKEY PARA RENDIMIENTO EN VERDE (Tn/Ha)

	19.2	16.3	13.3	10.9	8.7
8.1	*	*	NS	NS	NS
8.7	*	*	NS	NS	NS
10.9	*	NS	NS	NS	NS
13.3	NS	NS	NS	NS	NS
16.3	NS	NS	NS	NS	NS

19.2	a
16.3	ab
13.3	abc
10.9	bc
8.7	c
8.1	c

En el cuadro N° 21, se recomienda los tratamientos T5 con un rendimiento de 19.2 Tn/Ha, seguido del tratamiento T2 con un rendimiento del 16.3 Tn/Ha, siendo altamente significativos a los tratamientos T1 y T4 que no se recomienda por la baja producción de avena forrajera.

4.6. Costo/Beneficio

**CUADRO N° 22: COSTO/BENEFICIO PARA LA PRODUCCIÓN DE
UNA HECTÁREA DE AVENA**

	Costo Total Bs.	Ingreso Bruto Bs.	Ingreso Neto Bs.	B/C
T1	7050	19952.5	12902.5	1.8
T2	7425	37375	29950	4.03
T3	7425	25127.5	17702.5	2.4
T4	7050	18572.5	11522.5	1.6
T5	7425	44045	36629	4.9
T6	7425	30475	23050	3.1

Produciendo avena forrajera con pulverizaciones para el control de la roya, se obtiene como mejor tratamiento al T5 (V2F1) con un costo/beneficio de 4.9 de ganancia por hectárea cultivada, seguida del tratamiento T2 (V1F1) con un costo/beneficio de 4.03 de ganancia por hectárea cultivada, siendo altamente significativas a los tratamientos T1 y T4, respectivamente.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados logrados y considerando el objetivo general planteado, para el trabajo de investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

- A los 30 días no existe presencia de roya.
- De los 30 a los 60 días el desarrollo fenológico fue relativamente bueno considerando que a este nivel de crecimiento de la avena se nota la incidencia de roya de hasta un 75%.
- De los 60 a los 90 días con la aplicación de los fungicidas, con el producto BOGARD en el tratamiento T3 se controla un 40% la incidencia de roya, seguido del tratamiento T6, con el producto SÚPER en el tratamiento T2 se controló el 20% y T5 un 10%, respectivamente.
- A los 125 días con la aplicación de los fungicidas, se tiene un control eficiente de la roya en las dos variedades de avena forrajera, en T2 y T5 con el fungicida SÚPER se obtuvo un 97%, en T3 con el 95% de control y en T6 con el 90% de efectividad de control químico de la roya "*Puccinia coronata avenae*".
- Se tiene que el mejor rendimiento de materia verde en la avena forrajera corresponde a la variedad Gaviota con un rendimiento de 19.2 Ton/Ha, frente

a la variedad Texas con la que se obtuvo un rendimiento de 16.3 Ton/Ha de materia verde.

- En los tratamientos con fungicida SÚPER en la **variedad Texase** obtuvo un rendimiento de 16,3 Ton/Ha; En el tratamiento con fungicida BOGARD se obtuvo un rendimiento de 10.9 Ton/Ha, presentando grandes diferencias al testigo Texas con un rendimiento de 8.7 Ton/Ha.

- En los tratamientos con fungicida SÚPER en la **variedad Gaviota** se obtuvo un rendimiento de 19,2 Tn/Ha; En el tratamiento con fungicida BOGARD se obtuvo un rendimiento de 13.3 Tn/Ha, presentando grandes diferencias al testigo con un rendimiento de 8.1 Tn/Ha.

- La variedad gaviota es más propensa al ataque de Roya (*Puccinia coronata avenae*), siendo que esta variedad se comporta óptimamente si se logra un control con los fungicidas llegando a un rendimiento de 19.2 Tn/Ha, con una variable significativa al testigo, con un rendimiento de 8.1 Tn/Ha.

RECOMENDACIONES

Considerando las conclusiones obtenidas en el trabajo se formulan las siguientes recomendaciones:

- Con la culminación del trabajo de investigación se recomienda realizar la siembra de la avena **Variedad Gaviota** para forraje en la época de invierno.
- Se recomienda la utilización del fungicida SÚPER por el alto porcentaje de control de roya "*Puccinia coronata avenae*" que tuvo en la avena.
- Se recomienda asegurar la disponibilidad de agua para los diferentes riegos que precisa el cultivo de la avena.
- Se recomienda ampliar estrategias de mayor difusión y producción de avena forrajera por el excelente rendimiento en forraje verde de buena calidad nutricional para la alimentación del ganado lechero.
- Como una alternativa de producción de avena se recomienda mejorar la tecnología del cultivo, para que el rendimiento sea óptimo.