

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Origen de la *Brachiaria*

Brachiaria es un género de plantas herbáceas que pertenecen a la familia de la Poáceas. Se cree que son originarias del norte de África y del Mediterráneo. Las especies pertenecientes a este género son gramíneas anuales o perennes, de porte erecto, decumbentes, esparcidas o estoloníferas (FINKEROS, 2013).

Este forraje es nativo del Valle Ruzi en Zaire (Congo) y Burundi. El ruziense actualmente está difundido en varios países tropicales. Las primeras semillas vinieron de Ruanda, que fueron estudiadas y diseminadas en Kenia, por el Institut National pour l'étude Agronomique du Congo Belge (INEAC) en Rubona, en los años 60, de ahí se propagó por todo el continente africano. Las primeras semillas que llegaron en Australia (CPI 30623) vinieron en 1961 de la isla de Madagascar, de la Estación de Agronomía de Lac Alastra, y fueron lanzadas con el nombre comercial "ruzigrass", el 1966 (Figueroa, 2018).

1.2. Clasificación Taxonómica

Reino: Vegetal

Phylum: Tracheophyta

División: Tracheophyta

Subdivisión: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Nombre científico: *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. & Evrard

Nombre común: Brachiaria

Fuente: (Herbario Universitario (T.B), 2022).

1.3. Cultivo de Brachiaria en la producción agropecuaria en Bolivia

En la parte oriental de Bolivia, hasta la década de los 50 no se daba mayor importancia a la ganadería y la carne bovina, se caracterizaba por ser de muy bajo rendimiento y de mala calidad. A partir de los años 1965 y 1985 se dio apoyo con más énfasis en la ganadería del departamento del Beni, debido a que el altiplano y los valles no abastecían a los consumidores de carne que en esa época eran los pobladores de las minas; se dio los incentivos como, los créditos para los criadores de ganado que fueron tomando fuerza, y los aspectos concernientes a la multiplicación masiva. La importancia del forraje para la cría del ganado vacuno surge a raíz de la creciente demanda de carne bovina y las especies forrajeras introducidas en el trópico boliviano, la escasez de forraje existente especialmente durante la época seca, que se prolonga por varios meses del año. En efecto se requiere ampliar las aéreas de pasturas mejoradas, para el pastoreo rotativo así mismo diversificando las variedades de pastura forrajera que se adapten en la zona. La falta de pasturas para la crianza de ganado vacuno hace que los criadores del lugar hayan introducido varias especies forrajeras, una de ellas es el pasto *Brachiaria brizantha*, que es muy palatable para consumo del ganado (Sarmiento, 2016).

El cultivo de *Brachiaria ruziziensis* tiene un papel destacado en la cobertura de suelos, proporcionando una cobertura rápida y con un excelente control de las malezas. Las gramíneas del género *Brachiaria* son unas de las más utilizadas para pastura en América Tropical y también son los pastos más sembrados en varios países, siendo utilizados en las fases de cría, recría y engorde de ganado. Se adaptan a las más variadas condiciones de suelo y clima, ocupando cada vez más espacio en las propiedades por tener una producción satisfactoria de forraje en suelos de baja a media fertilidad.

Siempre que estén bien gestionados, tendrán una buena producción de materia seca y una buena eficiencia de cobertura del suelo (Arruda, 2021).

1.4. Descripción del género *Brachiaria*

1.4.1. Características Morfológicas

De acuerdo a Duran (2009), citado por Sarmiento (2016), da a conocer la siguiente descripción morfológica:

Raíz: Fibrosa y habitualmente superficial.

Tallo: Cálamo (caña) hueco o sólido a veces rizomas (tallos subterráneos), o estolones (tallos rastreros). Erecto o rastrero (con raíces adventicias en los nudos).

Hojas: Simples estrechas, lineares o lanceoladas en forma de cinta, paralelinervias, sésiles y envainadas, vaina abierta con lígula y a veces con aurículas.

Inflorescencias: Espiguillas con una o varias flores sobre la raquilla en dos hileras y protegidas por glumas. Las espiguillas forman a su vez espigas compuestas llamadas panículas, que es el tipo de inflorescencia más común entre las gramíneas.

Flores: Hermafroditas, pequeñas con lemma y palea cuyo conjunto forma el folículo.

Androceo: Formado frecuentemente por tres estambres.

Gineceo: Ovario supero, tricarpelar, unilocular, uniovulado.

Ovario: Acompañado de dos lodículos.

Fruto: Es una cariósipide.

Semilla: Formada por embrión con plúmula y radícula, posee abundante endospermo

1.4.2. *Brachiaria ruziziensis*

Como muchas de las otras gramíneas comúnmente utilizadas en pastoreo, la semilla de *Brachiaria ruziziensis* proviene de Burundi y Zaire en África; el pasto ruziziensis crece postrado, posee rizomas cortos y forma una cobertura densa de hojas; sus estolones pueden medir hasta 2,5 metros, sus hojas miden hasta 25 centímetros además son suaves con presencia de muchas vellosidades. Esta planta presenta buena habilidad

para competir con plantas invasoras, es muy susceptible a las cigarrillas por lo tanto puede ser manejado con el hongo *Metarhizium anisopliae*. Se debe de tener especial precaución en no generar sobrepastoreo (AGRO ACTIVO, 2022).

Hierba perenne, maleza, llegando hasta 1,5m de altura, con rizomas cortos. Culmos decumbentes y geniculados con 3 a 4mm de diámetro y dotado de entrenudos cortos. Hojas macías con 6 a 15mm de anchura 10 a 25cm de largura, posee aspecto aterciopelado debido a la gran cantidad de pelos en ella. La inflorescencia en una panícula erecta de 5 a 7 racimos. Racimos cortos y con fila doble de semillas, raquillas aladas y bastante anchas, llegando a ser una característica que la distingue de otras especies de *Brachiaria*. Mazorcas bifloras, siendo la inferior masculina y la superior hermafrodita (Figuroa, 2018).

1.5. Características Agronómicas

Forrajera de suelos de mediana a alta fertilidad, requiriendo buen drenaje y clima de regiones tropicales. No resiste a escarcha y en condiciones ideales sus semillas germinan y se establecen muy bien. Es bastante palatable y bien acepta por los animales. Pero se debe tener cuidado con el pasteo debido a esa buena palatabilidad, que puede comprometer su rebrota, principalmente si es sobre pasteada (rapada). La calidad nutricional de su forraje es muy buena, presentando de 8 al 11% de proteína en materia seca. El *ruzizensis* presenta alta susceptibilidad a las cigarras de pasto (*Deois flavopicta* y *Zulia entreliana*). Presenta adaptación climática hasta 2.000m arriba el nivel del mar. La temperatura óptima para el crecimiento es 28 a 33°C, siendo afectada por temperaturas bajas y no resistente la escarcha (Figuroa, 2018).

1.6. Definición e Importancia de la semilla

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, siendo uno de los elementos más eficaces para que ésta se disperse en tiempo y espacio. Las semillas son el medio a través del cual, aún de manera pasiva, las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes (Doria, 2010).

Toda estructura botánica de origen sexual y asexual destinada a la siembra, plantación o propagación de una especie (INIAF, 2022).

Las reservas energéticas de la semilla son: grasas, carbohidratos y a veces proteínas, que sostendrán a la futura planta durante sus primeras etapas de vida. Estas reservas, pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el mismo embrión. La semilla se forma a partir del rudimento seminal, localizado en el ovario de las flores, tras producirse la fecundación por los granos de polen (Megias, Molist, & Pombal, 2018).

1.7. Anatomía de la semilla

La semilla consta esencialmente de un embrión (formado por un eje embrionario y uno, dos a varios cotiledones), una provisión de reservas nutritivas, que pueden almacenarse en un tejido especializado (albumen a endospermo) o en el propio embrión, y unas cubiertas protectoras que recubren y protegen a ambos (Perez, 2006).

1.7.1. Embrión

Se origina a partir del cigoto, que es la célula diploide procedente de la fusión del gameto femenino (oosfera) con el masculino (núcleo espermático). En realidad, el cigoto es ya la primera célula del futuro embrión. El embrión está formado por un eje embrionario y uno (en monocotiledóneas) a dos (en dicotiledóneas) cotiledones. En el eje embrionario se diferencian:

a) La radícula: está situada en uno de los extremos del eje embrionario y, tras la germinación de la semilla, originará la raíz embrional de la planta (Pérez, 2006).

b) El hipocótilo y la plúmula: situados en el extremo opuesto, después de la germinación originarán la parte aérea de la planta (el vástago). Por debajo de la plúmula y por encima del hipocótilo se sitúan las hojas embrionarias o cotiledones (Perez, 2006).

1.7.1.1. Estructura del Embrión en Gramíneas

De acuerdo a Botánica Morfológica (2001) en Gramíneas el embrión completamente desarrollado es bastante complejo y presenta las siguientes partes:

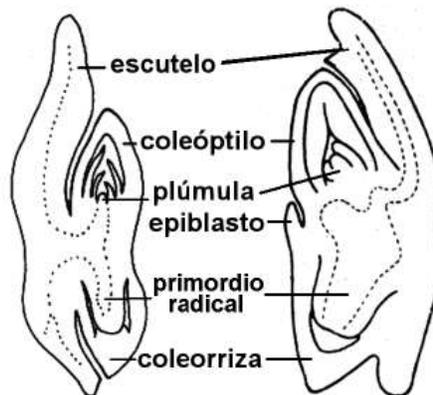
a) Escutelo: cotiledón transformado en órgano absorbente, adosado al endospermo. La epidermis abaxial es un epitelio secretor, segrega enzimas que solubilizan las sustancias de reserva, las absorbe y las transporta al embrión.

b) Plúmula: presenta varios primordios foliares; en el embrión del trigo están presentes 6 de las 10 hojas que desarrolla la planta en toda su vida.

c) Coleóptilo: es una vaina cerrada que encierra la plúmula. Presenta, en el momento de la germinación, un orificio apical por donde saldrá la plúmula. Según la interpretación más aceptada es la primera hoja.

d) Coleorriza: es la vaina que envuelve la radícula y la caliptra. En embriones jóvenes se continúa con el suspensor. Se interpreta como la raíz primaria abortiva o degenerada, y es perforada por la radícula en el momento de la germinación.

Figura N°1 Embriones de gramíneas, *Zea* (maíz) y *Triticum* (trigo)



Fuente: Botánica Morfológica (2001)

1.7.2. Endospermo

El endospermo o albumen es un tejido que tiene por función la acumulación de sustancias de reserva, que serán metabolizadas durante el proceso de germinación y durante las primeras etapas del desarrollo de la plántula. En las células del endospermo se acumula preferentemente almidón (principal polisacárido de reserva en los vegetales), pero también, en algunas semillas, lípidos (semillas oleaginosas) y proteínas (Perez, 2006).

1.7.3. Cubiertas seminales

Los tegumentos o cubiertas seminales son dos: testa y tegmen. Los tegumentos seminales provienen de los tegumentos del rudimento seminal (Perez, 2006).

a) Testa: es el tegumento exterior de la semilla. En algunas semillas puede ser extraordinariamente dura, estando formada por abundante tejido esclerenquimático (esclereidas). Es el caso de las semillas “duras” de numerosas especies de leguminosas, crucíferas, compuestas, cistáceas, etc. (Pérez, 2006).

b) Tegmen: es el tegumento interno de la semilla. En algunas semillas este tegumento está muy poco desarrollado o incluso puede llegar a faltar. A veces la testa y el pericarpio del fruto (originado a partir de la maduración y transformación del ovario del pistilo de la flor) están íntimamente unidos, con lo cual la “semilla” es en realidad un auténtico fruto (Perez, 2006).

1.8. Maduración de las semillas

La madurez de las semillas puede definirse desde el punto de vista morfológico (madurez morfológica) o desde el fisiológico (madurez fisiológica). Se suele considerar que una semilla es morfológica y fisiológicamente madura cuando reúne las siguientes condiciones: su embrión ha completado su proceso de diferenciación; ha alcanzado su tamaño máximo; dispone de las suficientes reservas nutritivas; es capaz de germinar, siempre y cuando no presente mecanismos de dormición. Como criterio práctico se suele fijar el final del periodo de maduración de la semilla con el momento en el que ésta alcanza su máximo peso fresco (Perez, 2006).

1.8.1. Madurez morfológica

Corresponde con el desarrollo completo de las distintas estructuras que constituyen la semilla, dándose en general por concluida cuando el embrión alcanza su máximo desarrollo. La madurez morfológica esta también relacionada, a menudo, con la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla. La duración e intensidad del periodo de deshidratación son muy variables y dependen tanto de las características de la propia semilla, como de las condiciones ambientales en las que se desarrolla la

planta madre. Generalmente se considera que una semilla ha completado su desarrollo cuando termina el periodo de deshidratación de sus diferentes tejidos. En general, la madurez morfológica se suele alcanzar sobre la misma planta, pero existen, sin embargo, algunas especies donde la dispersión de las semillas o diseminación tiene lugar antes de que se alcance: así ocurre en las semillas de ginkgo (*Ginkgo biloba*), pequeñas semillas de numerosas especies de orquídeas, que presentan embriones muy rudimentarios, apenas diferenciados (Perez, 2006).

1.8.2. Madurez fisiológica

Como es lógico, para que una semilla pueda germinar tiene que ser morfológicamente madura. Pero incluso cuando han alcanzado este tipo de madurez, muchas semillas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aun una serie de procesos y transformaciones fisiológicos. Estos no se manifiestan por ningún cambio morfológico externo, pero son imprescindibles para que se produzca la germinación, siempre en el supuesto de que se den las condiciones ambientales favorables para que ello ocurra. La madurez fisiológica puede alcanzarse al mismo tiempo que la morfológica, lo que ocurre normalmente en las semillas de especies cultivadas, o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas. Lo más corriente es que la madurez fisiológica implique la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras. En general supone reajustes en el equilibrio hormonal de la semilla y/o en la sensibilidad de sus tejidos para las distintas sustancias activas (Perez, 2006).

1.9. Germinación

Se llama germinación al conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en la semilla. Para que tenga lugar la germinación tiene que reunirse una serie de condiciones, tanto en la semilla como en el ambiente que la rodea (Cuadra, 2006).

1.9.1. Etapas durante el proceso de germinación

a) Imbibición: es el período durante el cual la semilla absorbe (embebe) agua y se hincha. El agua que rodea a la semilla pasa a través de las envueltas seminales, penetra en su interior y al llegar al embrión, en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos que terminarán en el desarrollo de la planta (Cuadra, 2006).

b) Digestión y transporte de alimentos: lo primero que necesita el embrión para comenzar a desarrollarse es alimento. Por ello libera enzimas digestivas que disuelven parte del alimento que es absorbido desde el tejido almacenador hasta el embrión. Gracias a esta alimentación el embrión puede respirar más rápidamente y crecer (Cuadra, 2006).

c) Elongación celular: las células embrionarias son pequeñas antes de la germinación y el primer crecimiento del embrión se debe a que sus células aumentan su tamaño y no a que se multipliquen. El embrión utiliza las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono, digeridos y absorbidos desde el tejido de almacén de alimentos, para respirar y para alargar sus células. La multiplicación celular no comenzará hasta que no haya terminado este proceso de alargamiento celular (Cuadra, 2006).

d) Germinación visual: antes se dijo que durante la imbibición la semilla se hincha, lo que puede apreciarse a simple vista. También se vio que la semilla realiza posteriormente una serie de actividades internas importantes, ninguna de las cuales es directamente apreciable. Pero cuando tiene lugar la elongación celular podemos observar cómo el embrión se va abultando hasta que uno de los extremos del eje embrionario rompe las envueltas seminales y aparece claramente a nuestra vista, dándonos la primera señal palpable de que la semilla está germinando. El extremo del eje embrionario que aparece primero es el lado libre del hipocótilo, al que se llama radícula, que dará lugar a la raíz principal. Muy pronto aparecerá el otro extremo del eje embrionario o epicótilo que formará el primer brote (Cuadra, 2006).

Plántula: es la pequeña y rudimentaria plantita, que posee ya su radícula y su primer brote, pero que aún se alimenta de las reservas nutritivas de la semilla. Rápidamente

formará las primeras hojas, que podrán realizar la función clorofílica, y desarrollará pelos absorbentes en la raíz, a través de los que absorberá del suelo agua con sales minerales disueltas. Con ello la planta se establece, es decir, es capaz de vivir totalmente independiente de la semilla. Los restos rotos de las envueltas seminales y los del tejido almacenador de alimentos, se pudren y desaparecen. La plántula pasa a ser una planta joven, terminándose totalmente el proceso de germinación en amplio sentido (Cuadra, 2006).

1.9.2. Tipos de Germinación

a) Germinación epigea: tipo de germinación en la que los cotiledones y el brote se llevan sobre el nivel del suelo por elongación del hipocótilo (ISTA, 2022).

b) Germinación hipogea: tipo de germinación en la que el cotiledón(s) o estructura comparable (por ejemplo, escutelo) permanece en el suelo y dentro de la semilla. El brote se lleva sobre el nivel del suelo por elongación del epicótilo en las dicotiledóneas, o por el mesocótilo en algunas monocotiledóneas (ISTA, 2022).

1.10. Dormancia de las semillas

La dormición (también llamada latencia o letargo) se define como el estado en el cual una semilla viable y madura no germina, aunque los factores externos sean favorables para hacerlo, es decir, aunque las condiciones de temperatura, humedad y concentración de oxígeno sean las adecuadas (Perez, 2006).

1.10.1. Causas que pueden originar la dormancia de semillas

1.10.1.1. Factores internos

La dormancia de las semillas y la germinación son reguladas por claves de desarrollo y factores ambientales (Koorneff, 2002 citado por Guerrero, 2016). Los diferentes tipos de dormancia existen, sin embargo, el control de la germinación es con frecuencia una consecuencia de la interacción entre el potencial de crecimiento embrionario y la resistencia de sus tejidos circundantes. Varias hormonas vegetales están involucradas en este control entre ellas el Ácido Abscísico (ABA) y las giberelinas (GAs) (Kucera, 2005 citado por Guerrero, 2016).

Simplificando al máximo se pueden establecer dos categorías fundamentales de dormición de semillas: dormición impuesta por las cubiertas seminales y dormición embrionaria. En el primer caso, la dormición se manifiesta solamente en la semilla intacta y el embrión aislado puede germinar con normalidad: la escarificación (eliminación total o parcial de las cubiertas seminales) suele ser, por tanto, suficiente para conseguir la germinación. En el segundo caso, el embrión es durmiente en sí mismo, de manera que la eliminación de las cubiertas no permite la germinación. Sin embargo, en algunas semillas el problema se complica ya que concurren, simultánea o sucesivamente, ambas categorías de dormición (Perez, 2006).

1.10.1.1.1. Dormición impuesta por las cubiertas seminales

Los principales mecanismos por los cuales las cubiertas seminales imponen la dormición en las semillas son los siguientes:

a) Interferencia con la absorción de agua: La presencia de cubiertas impermeables, en mayor o menor grado, al agua es una de las causas más frecuentes de dormición de semillas. Solo cuando, con el transcurso del tiempo, vayan cediendo, de forma natural y progresiva, las causas de la impermeabilidad, la semilla podrá estar en condiciones de germinar. La presencia de cubiertas seminales impermeables al agua es una característica muy generalizada en ciertos géneros e incluso en ciertas familias de plantas. La familia leguminosa, por ejemplo, es una de las más conocidas en este sentido (Perez, 2006).

b) Interferencia con el intercambio gaseoso: Las diferentes capas de tejidos que rodean al embrión pueden limitar el intercambio gaseoso de éste con el exterior y dificultar así la entrada del oxígeno. Este hecho supone una interferencia con el proceso de respiración que puede llegar a dificultar e incluso impedir la germinación de la semilla (Pérez, 2006).

c) Presencia de inhibidores en las cubiertas seminales: Las hormonas vegetales juegan un importante papel en la germinación de las semillas: entre las hormonas promotoras de la germinación se destacan las giberelinas, mientras que entre las

inhibidores destaca el Ácido Abscísico (ABA). La mayoría de los estudios realizados sobre el ABA, se han llevado a cabo mediante aplicaciones exógenas de esta hormona y solo en muy pocos casos se han podido correlacionar los niveles de ABA endógeno de las cubiertas o de otras partes de la semilla con los que determinan dormición. Por otra parte, se conocen diversas sustancias, además del ABA, que pueden inhibir la germinación de algunas semillas, como por ejemplo los compuestos fenólicos, muy frecuentes en las cubiertas de algunas semillas. Los inhibidores de la germinación pueden estar presentes en los tejidos internos de la semilla, además de en las cubiertas seminales, por lo que éstas pueden impedir o al menos dificultar la salida de estas sustancias; el embrión retendrá así un alto nivel de inhibidores, y la dormición se mantendrá (Pérez, 2006).

d) Restricciones mecánicas: En muchos casos las cubiertas seminales ejercen una verdadera restricción mecánica a la expansión de la radícula. La radícula, entonces, no es capaz de romper las cubiertas y emerger al exterior. Este hecho es muy frecuente en semillas denominadas "duras". Como son las semillas de numerosas especies de leguminosas. Frecuentemente, la escarificación por diferentes métodos de la cubierta seminal en la zona radicular elimina la restricción y permite la emergencia de la radícula (Perez, 2006).

1.10.1.1.2. Dormición Embrionaria

Un segundo tipo de dormición es la llamada dormición embrionaria. cuyo control, como su propio nombre indica, radica en el propio embrión. Se pone fácilmente de manifiesto porque el embrión viable y maduro es incapaz de germinar, incluso si es aislado de las diferentes estructuras de la semilla y colocado en condiciones favorables para la germinación (Perez, 2006).

Dormición embrional, debida a que el embrión no ha alcanzado la madurez fisiológica, es rudimentario o inmaduro. Muchas especies de orquídeas caen a tierra cuando el embrión no está aún bien desarrollado. Necesitarán un período de tiempo hasta que éste se desarrolle, diferencie y madure, y durante este período de tiempo la semilla permanecerá durmiente (Cuadra, 2006).

Dentro de los posibles inhibidores implicados en la dormición embrionaria destaca el Ácido Abscísico (ABA). Así, se ha podido comprobar que cuando con la lixiviación se puede levantar la dormición embrionaria que presentan las semillas de distintas especies, en los líquidos lixiviados aparecen cantidades variables de ABA (Pérez, 2006)

1.10.1.2. Factores externos

Es importante destacar que existe un amplio rango de intensidades de latencia, que va desde la latencia absoluta, en la cual la germinación no se produce bajo ninguna condición, pasando por intensidades intermedias, donde las semillas pueden germinar en un rango de condiciones ambientales estrecho (por ejemplo, cuando se incuban a cierta temperatura), hasta el extremo donde no hay latencia, y las semillas pueden germinar en un amplio rango de condiciones ambientales. Es necesario tener en cuenta que la latencia es un proceso dinámico. La intensidad de la latencia se encuentra influenciada por varios factores ambientales como, la temperatura, la humedad y el ambiente gaseoso, y a medida que el grado de latencia disminuye se amplía el rango de condiciones ambientales que permiten la germinación (Varela & Arana, 2011).

El nivel de latencia varía con la procedencia de las semillas, con el año de cosecha y varía incluso dentro de un mismo lote de semillas, de manera que, en condiciones naturales, la emergencia de las plántulas ocurre en “pulsos” en un rango del espacio y el tiempo, lo que favorece el desarrollo de los nuevos individuos en ambientes ligeramente distintos, contribuyendo así las posibilidades de regeneración y supervivencia de la especie (Hartmann y Kester, 1988; Willan, 1991 citado por Varela & Arana, 2011).

a) Suelo

La cantidad de nitrato acumulado en las semillas secas está directamente relacionado a la cantidad de nitrato en el suelo durante su desarrollo y determina el grado de su germinación (Bewley *et al.*, 2013 citado por Sosa & Soler, 2016).

b) Luz

La cantidad de luz, su distribución diaria y calidad espectral pueden tener una profunda influencia en el desarrollo de la dormancia. Efectos fotoperiódicos en el comienzo de la dormancia son muy conocidos en varias especies. No solo es el patrón de dormancia el que es afectado por el largo del día sino también la estructura de la semilla. Las mismas son más pequeñas y tienen la cubierta más gruesa cuando están madurando en días largos, comparadas con las que maduran en condiciones de día corto (Bewley *et al.*, 2013 citado por Sosa & Soler, 2016).

c) Temperatura

En muchas de las anuales estivales, el alivio de la dormancia ocurre durante un aumento en la amplitud térmica, con una disminución en la temperatura mínima requerida para germinar. Todas las especies de malezas tienen una temperatura mínima requerida para la germinación, y algunas especies responden positivamente a las fluctuaciones de temperatura para la germinación y el alivio de la dormancia (Baskin y Baskin, 1998 citado por Sosa & Soler, 2016).

1.10.2. Otras clasificaciones de dormancia

La dormición depende tanto de las características fisiológicas como de las características morfológicas de la semilla. Por ello, se ha propuesto una clasificación que incluye cinco tipos de dormición, fisiológica (DF), morfológica (DM), morfofisiología (DMF), física (Df) y combinatoria (DF + Df) (Matilla, 2008).

a) Dormancia Fisiológica (DF)

La Dormancia Fisiológica (DF), es la más abundante en todo tipo de semillas y puede, a su vez, dividirse en no profunda y profunda según que el tratamiento con giberelinas sea o no efectivo, respectivamente para eliminarla (Matilla, 2008).

Es la que viven muchos tipos de semillas que caen a tierra con el embrión perfectamente desarrollado y maduro y con sus envueltas externas totalmente permeables. Estas semillas requieren un período de tiempo después de ser arrojadas por la planta antes de poder germinar, y al conjunto de cambios que se producen en la semilla durante este período de tiempo se llama posmaduración. Las causas que

provocan este tipo de dormición son complejas y se deben a la fisiología de la semilla, es decir, al funcionamiento del metabolismo de la semilla (Cuadra, 2006).

b) Dormancia morfológica (DM)

La Dormancia Morfológica (DM) es ocasionada por la presencia de embriones rudimentarios, es decir por embriones que no se han desarrollado completamente. La dormición morfológica se debe a un defecto en el crecimiento del embrión, el cual permanece durmiente hasta que su desarrollo ha finalizado con éxito (Matilla, 2008).

c) Dormancia morfofisiológica (DMF)

Si la dormición se debe a una anomalía en el desarrollo del embrión y a la intervención de un componente fisiológico, se denomina Dormancia Morfofisiológica (DMF); para eliminarla se necesita calor y estratificación en frío, aunque en algún caso puede ser efectivo solamente un tratamiento con giberelinas (Matilla, 2008).

d) Dormancia física (Df)

La Dormancia física (Df), se debe a la impermeabilidad al agua, de las células del tejido en empalizada de la cubierta seminal, responsable del control del movimiento del agua de imbibición; las cubiertas seminales duras comprimen el embrión, que no suele ser durmiente, y le impiden germinar (así sucede en las Fabáceas *Melilotus* y *Trigonella*). Para provocar la germinación en semillas con Df es preciso proceder a la escarificación (rotura o ablandamiento) física o química, o ambas, de la cubierta (Matilla, 2008).

e) Dormancia combinada

La Dormancia Fisiológica (DF) + la Dormancia física (Df) aparece en semillas con cubiertas duras y va acompañada de una dormición fisiológica del embrión.

Finalmente, y aunque no existen demasiadas pruebas experimentales, el tamaño del embrión parece ser determinante en la evolución de la dormición de las semillas en la escala biológica (Matilla, 2008).

1.11. Calidad de la Semilla

El CIAT señala que una semilla es de buena calidad cuando tiene pureza tanto varietal como física un alto porcentaje de germinación y está libre de organismos patógenos, tanto externa como interna. Una semilla de calidad permite al agricultor obtener rendimientos significativamente mayores (CIAT, 1980 citado por Hernández, 2012).

La calidad de la semilla hace referencia a aquella semilla con atributos óptimos de pureza física, pureza genética, calidad sanitaria y calidad fisiológica (INIAF, 2022)

La calidad en semillas de gramíneas se refiere al grado de pureza de una muestra y a la viabilidad de las mismas. La pureza indica la cantidad de semilla pura que hay en una muestra (una semilla pura es una espiguilla con cariósido). La calidad de las semillas en plantas forrajeras tropicales está sujeta a numerosas variables que pueden afectar desde el porcentaje de germinación hasta la presencia de enfermedades producidas por hongos y bacterias (Osechas, 2007).

La calidad de la semilla representa un factor indiscutible en el establecimiento de praderas. De acuerdo con Benítez (1975) citado por Hernández (2012) para evaluar la calidad de la semilla, se determina la pureza física, germinación y latencia. Existen diversos factores que determinan la calidad de la semilla. Estos son: la contaminación en el campo por el polen de variedades a fines, las condiciones bióticas durante la pre cosecha, la forma de cosecha, el secado de la semilla, la forma de efectuar al acondicionamiento, las condiciones del almacenamiento, la edad de la semilla, la uniformidad del lote de las semillas y de la selección del suelo para la siembra.

Los parámetros que determinan la calidad de las semillas se definen a continuación:

1.11.1. Calidad física

Hace referencia a la pureza físico-botánica y está determinada por la presencia de materia inerte, semillas extrañas, semilla dañada, etc. Se expresa como el porcentaje de peso correspondiente a la semilla de la especie, con respecto al peso total de la muestra de un determinado lote (infoAgro, 2022).

a) Pureza física. Es una característica que refleja la composición física o mecánica de un lote de semillas. A través de este atributo se tiene la información del grado de contaminación del lote, con semillas de plantas dañinas, de otras variedades y la cantidad de material inerte (Carbajal, 2012).

b) Humedad. El contenido de humedad de las semillas es la cantidad de agua contenida en ellas, expresada en porcentaje en función de su peso húmedo. La humedad ejerce una gran influencia sobre el desempeño de las semillas en varias situaciones: El punto de cosecha para la mayoría de las especies es determinado en función del contenido de humedad de la semilla. También afecta la actividad metabólica de las semillas en los procesos de germinación y deterioración (Carbajal, 2012).

c) Peso de 1000 semillas

Es una característica utilizada para informar el tamaño y el peso de la semilla. Como la siembra se realiza ajustado la máquina para colocar un determinado número de semillas por metro, conociendo el peso de 1000 semillas y por consiguiente el número de semillas por kg (INIAF, 1976 citado por Ortiz, 2021).

1.11.2. Calidad o pureza genética

Hace referencia al porcentaje de semillas que muestran las características genéticamente conocidas de la variedad en cuestión o, dicho de otra manera, es la proporción de semilla de un lote que corresponde a la variedad declarada (infoAgro, 2022).

La calidad genética involucra, entre otras, características de pureza varietal, potencial de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, calidad el grano y resistencia a condiciones adversas de suelo y clima. Esas características son en alto grado influenciadas por el medio ambiente y son identificadas examinando el desarrollo de las plantas en el campo. Una serie de medidas deben ser tomadas para evitar las contaminaciones genéticas y/o varietales. Por contaminación genética se entiende aquella resultante del intercambio de granos de polen entre variedades

diferentes: por contaminación varietal aquella resultante de la mezcla de semillas de diferentes variedades (Peske, 2007 citado por Carbajal, 2012).

1.11.3. Calidad fisiológica

Hace referencia a la capacidad que tiene la semilla para producir una nueva planta. Este parámetro se expresa como el porcentaje de semilla fisiológicamente viable, con respecto al total de la muestra de semilla tomada del lote. Para establecer la calidad fisiológica de un determinado lote de semillas, antes hay que conocer otros parámetros, como son: La **Homogeneidad** hace referencia a la uniformidad de un lote de semillas, es decir, cómo de iguales son las semillas atendiendo fundamentalmente a la forma, color, peso, etc. La falta de homogeneidad dará lugar a problemas de nascencia. La **Dormición o latencia** son periodos durante los cuales las semillas no son capaces de germinar, aun poniéndolas en condiciones óptimas. El **Poder germinativo** hace referencia al porcentaje de semillas que es capaz de germinar si se siembran en condiciones óptimas de temperatura, humedad y luz. Si una semilla es viable, y no presenta latencia, germinará cuando se la ponga en las condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura. Por ello se acepta que la capacidad o el poder germinativo de un lote de semillas es un reflejo directo de su viabilidad. El **Valor cultural** es un parámetro que se obtiene de la relación entre el poder germinativo y la pureza físico-botánica. Este parámetro va a permitir ajustar la dosis de siembra. El **Vigor**: se puede definir como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante el proceso de germinación y la posterior emergencia de las plántulas (infoAgro, 2022).

1.11.3.1. Poder Germinativo

Existen pruebas sencillas para el análisis de la calidad de las semillas y fáciles de realizar directamente. Una de ellas es la prueba de germinación. La germinación de una semilla en un análisis ISTA es el surgimiento y desarrollo de la plántula a una etapa en la que el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es o no es capaz de desarrollarse en una planta satisfactoria en condiciones favorables en el campo. El porcentaje de germinación informado en un certificado ISTA indica la proporción en número de

semillas que han producido plántulas clasificadas como normales bajo las condiciones y dentro del periodo establecidos, es decir, el porcentaje de plántulas normales (ISTA, 2022).

a) Plántulas normales

Las plántulas normales muestran potencial de desarrollo continuo en plantas satisfactorias cuando se cultivan en tierra de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Para ser clasificada como plántula normal según el ISTA, (2022) una plántula debe cumplir con una de las siguientes categorías:

Plántulas intactas: plántulas con todas sus estructuras esenciales bien desarrolladas, completas, proporcionadas y sanas;

Plántulas con defectos leves: plántulas que muestran ciertos defectos leves en sus estructuras esenciales, siempre que tengan un desarrollo satisfactorio y balanceado comparable al de las plántulas intactas del mismo análisis;

Plántulas con infección secundaria: plántulas en las que es evidente que habrían sido como una de los dos ejemplos anteriores pero que se han visto afectadas por hongos o bacterias procedentes de fuentes distintas a la semilla que le dio origen.

b) Plántulas anormales

Plántulas anormales no muestran el potencial de convertirse en una planta normal cuando se cultivan en tierra de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. De acuerdo al ISTA, (2022) las siguientes plantas se clasifican como anormales:

Dañadas: plántulas con cualquiera de sus estructuras esenciales ausentes o tan irreparablemente dañadas como para no esperar un desarrollo balanceado;

Deformadas o desbalanceadas: plántulas con desarrollo débil o con alteraciones fisiológicas o con sus estructuras esenciales deformadas o desproporcionadas;

Podridas: plántulas con cualquiera de sus estructuras esenciales enfermas o podridas por una infección primaria que impide un desarrollo normal.

c) Semillas no germinadas

De acuerdo al ISTA, (2022) las semillas que no han germinado se las clasifica de la siguiente manera:

- **Semillas duras:** semillas que permanecen duras al final del periodo de análisis por no haber absorbido agua;
- **Semillas frescas:** semillas, distintas a las semillas duras que debido a la dormancia no han podido germinar en las condiciones del análisis de germinación, pero permanecen limpias y firmes y tienen el potencial de desarrollarse dando una plántula normal;
- **Semillas muertas:** semillas que al final del periodo de análisis no son ni duras ni frescas ni han producido ninguna parte de una plántula;
- **Otras categorías**

Las semillas no germinadas pueden subdividirse en: semillas vacías: semillas que están completamente vacías o contienen sólo un poco de tejido residual; semillas sin embrión: semillas que contienen endospermo fresco o tejido gametofítico en el que aparentemente no hay cavidad embrionaria ni de embriones; semillas dañadas por insectos: semillas que contienen larvas de insectos, excremento, o muestran otras evidencias de ataques de insectos que afectan la capacidad de la semilla para germinar.

1.11.3.2. Viabilidad

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. La viabilidad de las semillas puede ser determinada a través de la prueba topográfica de tetrazolio. El ensayo topográfico de tetrazolio es una prueba bioquímica que puede ser utilizada para hacer una evaluación rápida de la viabilidad de las semillas: cuando las semillas deben sembrarse poco después de la cosecha; en semillas con profunda dormancia; en las semillas que muestran germinación lenta; o en los casos en que se requiera una estimación muy rápida del potencial de germinación. También se puede utilizar: para determinar la

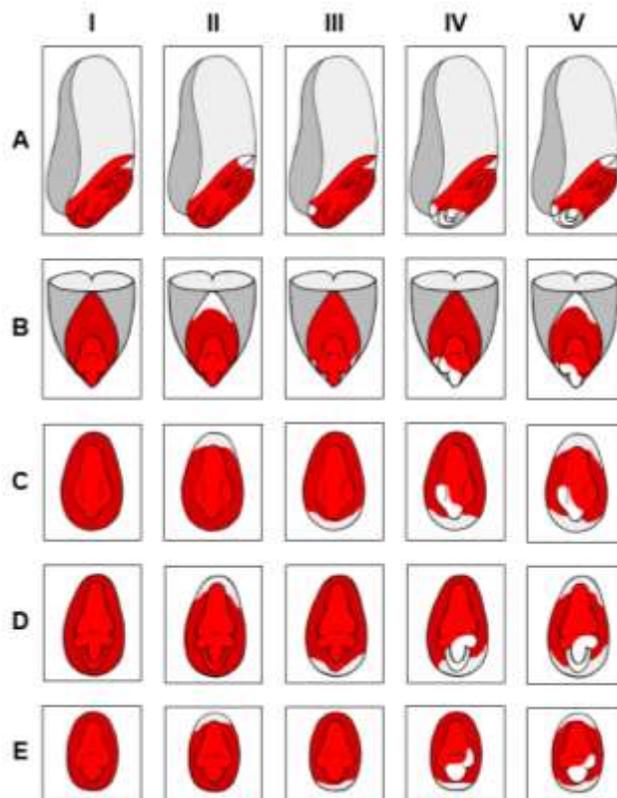
viabilidad individual de las semillas al final del análisis de germinación, especialmente si se sospecha que tienen dormancia (ISTA, 2022).

Una semilla viable debe mostrar una coloración en todos los tejidos cuya viabilidad es necesaria para el normal desarrollo de las plántulas. Dependiendo de la especie, pueden ser aceptadas pequeñas áreas no teñidas en algunas partes de estos tejidos. Para los propósitos del ensayo, una semilla viable debe mostrar por su actividad bioquímica el potencial de producir una plántula normal. Una semilla no viable muestra deficiencias y/o anomalías de naturaleza tal que se impida su desarrollo en una plántula normal. De acuerdo al ISTA, (2022) la evaluación de las semillas es de la siguiente manera:

a) Semillas viables son las que muestran el potencial de producir plántulas normales. Tales semillas están teñidas por completo, o si teñidas sólo en parte, los patrones de tinción indican que las estructuras esenciales están viables.

b) Semillas no viables son aquellas que no cumplen con estos requisitos y, además, incluye semillas que revelan poco su característica coloración y/o estructuras esenciales flácidas. Las semillas con el desarrollo obviamente anormal del embrión o de otras estructuras esenciales, deben ser consideradas como no viables ya sean teñidas o no. La mayoría de las semillas contienen tejidos esenciales y no esenciales. Las estructuras esenciales son los meristemos y todas las estructuras reconocidas como necesarias para el desarrollo de plántulas normales. Semillas bien desarrolladas y diferenciadas pueden tener la capacidad para reparar pequeñas necrosis. En este caso, una necrosis superficial, de extensión limitada, puede ser tolerada, incluso dentro del tejido esencial.

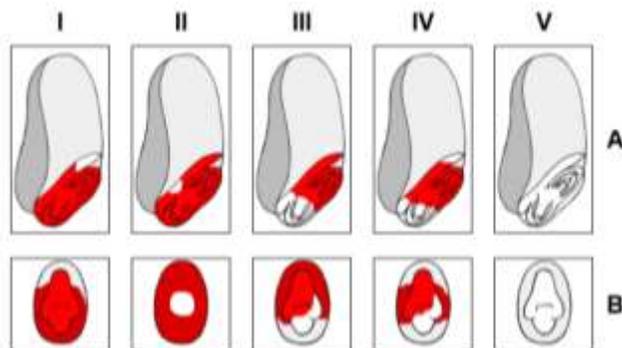
Figura N°2 Guía para la evaluación de los cereales: semillas viables



Fuente: ISTA, (2022).

Las figuras de la columna I están completamente teñidas y viables. Columnas II-V muestran la máxima superficie de tejido sin teñir, flácido o necrótico permitido en las semillas viables.

Figura N°3 Guía para la evaluación de los cereales: semillas no viables



Fuente: ISTA, (2022).

1.11.3.3. Vigor

ISTA, (2022) define el vigor de la semilla como la suma de aquellas propiedades que determinan la actividad y el desempeño de los lotes de semillas, de germinación aceptable, en un amplio rango de ambientes. El vigor de la semilla no es una propiedad medible única sino un concepto que describe varias características asociadas con los siguientes aspectos del desempeño del lote de semillas:

- Velocidad y uniformidad de la germinación de la semilla y el crecimiento de las plántulas.
- Capacidad de emergencia de las semillas en condiciones ambientales desfavorables.
- Desempeño luego del almacenamiento, particularmente la conservación de la capacidad de germinar.

Un lote de semillas vigoroso es aquel que es potencialmente capaz de comportarse bien incluso bajo condiciones ambientales que no son óptimas para la especie. Entonces el vigor es un atributo complejo donde se involucran aspectos relacionados con la sanidad, integridad física de la semilla, genética, viabilidad y por consiguiente su capacidad para preservarla en el tiempo, velocidad y uniformidad de germinación, entre otros (Prado & Devani, 2020).

1.11.4. Calidad fitosanitaria

Hace referencia a la presencia o ausencia de organismos patógenos causantes de enfermedades (infoAgro, 2022).

Las semillas utilizadas para la propagación deben ser sanas y libres de patógenos. Semillas infectadas con enfermedades pueden presentar viabilidad baja o ser de bajo vigor. Las semillas en general son excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos (Carbajal, 2012).

1.12. Factores que afectan la calidad de la semilla

1.12.1. Edad de la semilla

Azcorra y Lara del Río, (2003) citado por Hernández (2010), al estudiar el efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación de las semillas en diferentes especies y cultivares de gramíneas forrajeras encontraron para *B. brizantha* valores de 2, 3 y 48 % de germinación a los 0, 3.5 y 6.5 meses de almacenamiento respectivamente, para Llanero 13, 46 y 75 %; en Guinea común 14, 19 y 14 %, para Mombasa 5, 13 y 58 % y para Tanzania 2, 6 y 12 %. En otro estudio Zulay (1996) citado por Hernández (2010), encontró en semillas de *B. dictyoneura* latencia absoluta durante los 2 primeros meses después de cosecha. Sin embargo, para el tercer mes de almacenamiento comienza muy lentamente la germinación de la semilla (2%) y para el cuarto mes esta sigue aumentando levemente y para el quinto mes ocurre un incremento violento en el proceso germinativo de la semilla.

Se ha señalado que la calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que éstas permanecen almacenadas. El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas anormales, y finalmente la muerte de las semillas (Ferguson, 1995 citado por Hernández, 2010).

1.12.2. Tamaño de la semilla

La expresión de la calidad fisiológica de las semillas de diversas especies depende fundamentalmente de su tamaño. Se ha observado que el desarrollo inicial está gobernado por la cantidad de reservas, tamaño del embrión, cantidad de proteína y eficiencia de los sistemas enzimáticos que le confieren mayor velocidad de crecimiento (Chan y Moreno, 1992 citado por Hernández, 2010).

1.12.3. Condiciones de almacenamiento

Existe escasa información sobre el comportamiento de las semillas de pastos tropicales durante su almacenamiento. Por lo general, es común almacenar las semillas al medio

ambiente. Al respecto, ciertas especies tropicales pueden mantener la viabilidad durante largo tiempo en condiciones de almacenamiento al medio ambiente, mientras que otras especies sufren un deterioro rápido, necesitando de condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Se ha señalado que la temperatura de almacenamiento y la humedad relativa del ambiente son los factores más importantes que afectan el mantenimiento de la calidad de la semilla. En general, la viabilidad y el vigor de la semilla se reducen cuando la temperatura y el contenido de humedad de la semilla se incrementan (Cordero y Oliveros, 1983 citado por Hernández, 2010).

1.12.4. Manejo del cultivo

El manejo del cultivo, en gramíneas forrajeras tropicales es de alta importancia, ya que el rendimiento y calidad de la semilla, está directamente relacionado por el número de inflorescencias, por la cantidad y peso de las espiguillas. La calidad de la semilla se ve afectada por la falta de uniformidad de la floración. Además, porque la semilla, al madurar, se desprende con facilidad de la inflorescencia. Las condiciones climáticas y la fertilización con nitrógeno, son factores importantes que afectan la calidad de la semilla. Asimismo, el estrés ambiental en el cultivo de plantas reduce la germinación y vigor aún en semillas sanas, es decir, libres de patógenos y de daño físico. La sequía en la etapa de formación de la semilla, disminuye el tamaño y capacidad de germinación de la misma (Egli *et al.*, 2005 citado por Hernández, 2010).

1.12.5. Dormancia de la semilla

La dormancia constituye un estado que presentan las semillas, en el cual no germinan mientras sus embriones no sufran una serie de cambios fisiológicos y químicos previos (Carambula, 1984 citado por Hernández, 2010).

La dormancia tiene algunas desventajas ya que son necesarios periodos largos para que un lote de semillas la supere, la germinación se distribuye en el tiempo, contribuye a la longevidad de las plantas invasoras, interfiere con los programas de siembra y presenta problemas para evaluar la calidad de las semillas (Contreras, 2016 citado por Condori,

2019). La calidad de la semilla representa un factor indiscutible en el establecimiento de praderas.

La gran mayoría de las semillas del género *Brachiaria* manifiestan latencia absoluta al momento de cosecha. Se ha indicado que las condiciones de almacenamiento de la semilla influyen en la duración del estado de latencia, el cual varía según la especie y puede durar desde unos meses hasta más de 1 año (Flores *et al.*, 1998, citado por Hernández, 2010).

Al respecto Bogdan, (1997) citado por Hernández (2010), reportó que la mejor germinación en algunos pastos tropicales ocurre entre 6 y 12 meses después de efectuada la cosecha.

1.13. Certificación de semillas

La certificación de semillas ofrece certidumbre al agricultor, garantizando la calidad física, genética, sanitaria y fisiológica de las semillas, dándole al consumidor una evidencia sobre el insumo que está adquiriendo por medio de un certificado de calidad (etiqueta de certificación) (SNICS, 2017).

1.14. Norma Nacional General sobre semillas de Especies Agrícolas

1.14.1. Certificación y Fiscalización de semillas

La presente Norma establece la aplicación del Decreto Supremo 29611 del 25 de junio de 2008, de creación del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), en lo inherente a la función contenida en la parte pertinente del artículo 5to. Inciso g); y parte pertinente de artículo 4to. Inciso b) en cuanto a mejorar la producción, productividad y calidad de los productos agrícolas a través del uso de semillas de calidad, normando y regulando los procesos técnicos, administrativos y legales a los que están sujetas.

Los procesos de Certificación y Fiscalización se realizan con la finalidad de verificar la calidad de la semilla, que es puesta a disposición de los agricultores para evitar la introducción y difusión de: malezas, variedades no registradas y/o semillas portadoras de plagas y/o enfermedades.

Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que se dedican a la producción, importación, acondicionamiento, transporte, almacenamiento, comercio, donación y distribución de semillas, quedan sujetas al proceso de Certificación y Fiscalización previsto por la presente Norma.

El Instituto Nacional Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), ejercerá los procesos de Certificación y Fiscalización de la producción, comercio y/o distribución de semillas a través de las oficinas Departamentales y Regionales del INIAF que son las únicas entidades autorizadas para expedir certificados oficiales de calidad en semillas.

Las normas de certificación y fiscalización de semillas indican los procedimientos y parámetros que deberán cumplirse, los mismos estarán establecidos en reglamentaciones específicas por género o grupo de géneros o especies (INIAF, 2022).

1.14.2. Proceso de Certificación de semillas

El proceso de certificación se aplica a aquellas especies para la producción de semillas se debe realizar el control de calidad a través de las inspecciones en campo y análisis de laboratorio, bajo normas específicas establecidas para su especie o grupo de especies (INIAF, 2022).

1.14.3. Proceso de Fiscalización de Semillas

Quedan comprendidas dentro del ámbito de aplicación de este artículo, aquellas especies que para la comercialización y distribución requieren únicamente análisis de laboratorio. El proceso de fiscalización comprende como mínimo la verificación de los siguientes análisis de calidad, definidos en las normas específicas: fisiológica, física sanitaria y genética cuando fuera posible.

El proceso de fiscalización se aplica a semilla: importada, certificada de gestiones pasadas, pudiendo provenir esta de otra región se le otorgará una etiqueta de la categoría a la cual corresponda, semilla para la cual no se cuenta con normas específicas de Certificación, semilla para la cual en sus respectivas normas específicas establece este proceso y a la semilla de uso propio (INIAF, 2022).

1.14.4. Categorías de Semillas

Se establecen categorías de semillas, con la finalidad de asegurar que en las distintas multiplicaciones se mantengan las características genéticas y fitosanitarias de las variedades. Las categorías reconocidas en la producción de semilla certificada son: genética, prebásica básica, básica, registrada y certificada. En las normas específicas para cada especie, se determinará la secuencia obligatoria de multiplicación de las diferentes categorías (INIAF, 2022). El INIAF considera las siguientes categorías en la producción de semilla certificada:

a) Genética: semilla producida bajo la responsabilidad y control directo del obtentor de la variedad, de acuerdo a la(s) metodología(s) de mantenimiento de la variedad, descrita al momento de su registro. Es la categoría más alta del proceso de producción de semilla certificada.

b) Prebásica: semilla resultante de la multiplicación de la semilla genética. Esta categoría está destinada para semillas de aquellas especies que por su naturaleza requieren de una multiplicación vegetativa mediante cultivo de tejidos, de acuerdo a reglamentación específica.

c) Básica: producida bajo la responsabilidad y control directo del obtentor responsable del registro de la variedad, de acuerdo a la metodología de mantenimiento de la variedad, descrita al momento de su registro. Para producir esta categoría se deberá sembrar la semilla de las categorías Genética, Prebásica, o Básica. Podrá ser mantenida dentro de su categoría siempre y cuando cumpla con los requisitos de calidad exigidos para la categoría. Se le otorgará una etiqueta oficial de color blanco

d) Registrada: semilla resultante de la multiplicación de semilla Básica se le otorgará una etiqueta oficial de color rosado.

e) Certificada: semilla resultante de la multiplicación de semilla Registrada. Se le otorgará una etiqueta oficial de color celeste.

Para efectos de certificación se considera la etiqueta fiscalizada, para aquella semilla que se encuentra comprendida dentro del proceso de fiscalización de semillas, a la cual se le otorgará una etiqueta oficial de color amarillo.

1.15. Reglas Internacionales para el análisis de las semillas-International Seed Testing Association (ISTA)-Reglas ISTA

La International Seed Testing Association (ISTA) se estableció en 1924 para dar una visión de uniformidad en los análisis de semillas a nivel internacional. La misión actual de la ISTA es desarrollar, adaptar y publicar los procedimientos estándar para muestreo y análisis de las semillas, así como promover la aplicación uniforme de estos procedimientos para la evaluación de semillas objeto de comercio internacional. Por lo tanto, es una necesidad básica de los métodos de análisis de semillas que sean fiables y reproducibles entre los laboratorios miembros acreditados de la ISTA. Esto se logra a través de la publicación de las Reglas Internacionales para el análisis de las semillas (en lo sucesivo “Reglas ISTA”). El objetivo principal de las Reglas ISTA es proporcionar métodos de prueba para las semillas designadas para el desarrollo de cultivos o la producción de plantas. Además, la mayoría de los métodos de prueba también se pueden aplicar para la evaluación de la calidad de las semillas utilizadas como alimentos o para usos técnicos.

Los métodos de muestreo de las semillas y los análisis de la ISTA han sido desarrollados por sus miembros desde su creación en 1924. Los métodos han pasado por los estudios de validación apropiadas para asegurar que los procedimientos de ensayo den resultados confiables y reproducibles. A raíz de los acuerdos firmados entre los países miembros de ISTA, los reglamentos validados se han incluido en las Reglas ISTA. Por lo tanto, los análisis de calidad de las semillas requieren métodos de ensayo y equipos que se han probado para garantizar que sean aptos para el propósito, es decir, validadas. El Programa de Validación del Método de la ISTA, proporciona el mecanismo para la inclusión de los métodos de análisis en las Reglas ISTA. La semilla es un producto biológico vivo y su comportamiento no se puede predecir con la certeza que caracteriza un análisis de material inerte o no biológico. Las Reglas ISTA

contienen 19 capítulos, 17 de los cuales proporcionan métodos de análisis internacionalmente aceptados para diversas características de calidad de las semillas (ISTA, 2022).

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO II

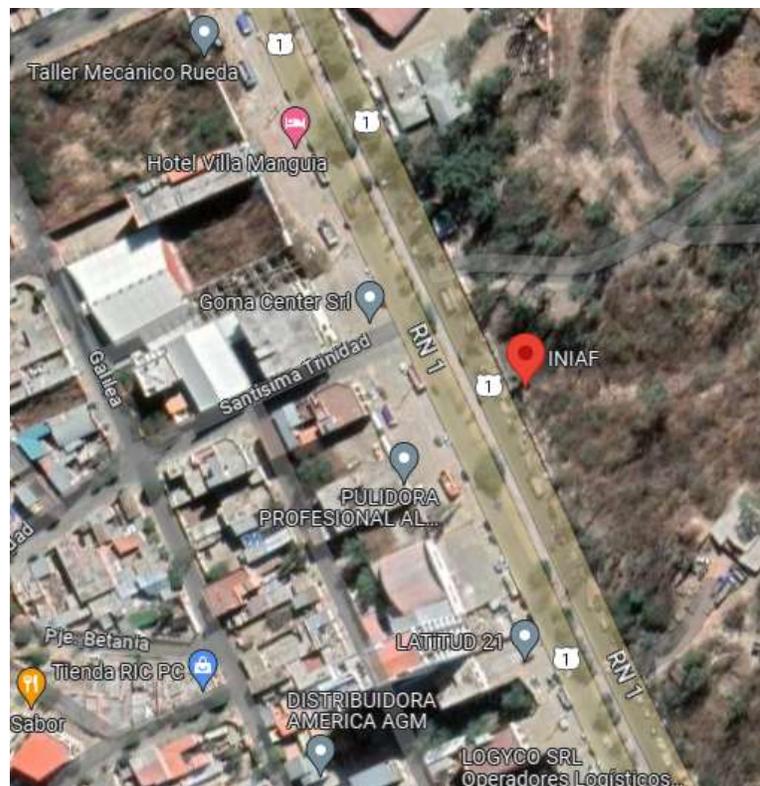
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y Ubicación del Trabajo

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de semillas perteneciente al INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal) ubicado en la ciudad de Tarija en el kilómetro 2.5 carretera a Tomatitas en la provincia cercado, en el departamento de Tarija situado al sur de Bolivia.

La oficina del INIAF tiene las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur $21^{\circ}51'51''$ Sur, y longitud oeste $64^{\circ}74'58''$.

Figura N°4 Mapa de ubicación del Laboratorio de Semillas del INIAF



Fuente: Google Maps, (2023)

2.2. Ubicación del lugar donde se almaceno la semilla de *Brachiaria ruzizensis* en la comunidad de Timboy

Figura N°5 Lugar de almacenamiento de la semilla de *Brachiaria ruzizensis*



Fuente: Google Maps, (2023)

2.3. Características físico naturales del lugar de procedencia de la semilla de *Brachiaria ruzizensis* de la comunidad de Timboy, Municipio de Entre Ríos

La comunidad de Timboy, lugar donde se almaceno las semillas de *Brachiaria ruzizensis* presenta las siguientes características:

2.3.1. Localización y Ubicación

La comunidad de Timboy se localiza en el municipio de Entre Ríos, en la provincia de O' Connor, del departamento de Tarija.

2.3.2. Latitud y longitud.

Geográficamente el Municipio de Entre Ríos se encuentra ubicado entre las coordenadas 20° 51' 57'' y 21° 56' 51'' de latitud sud, 63° 40' 23'' y 64° 25' 6'' de longitud oeste, en la parte central del Departamento de Tarija.

2.3.3. Límites territoriales.

El Municipio está ubicado en la parte central del Departamento de Tarija, limitando al norte con el Departamento de Chuquisaca, al Sud y al Este con la Provincia Gran Chaco, al Oeste con la Provincia Cercado, hacia el Noroeste con la Provincia Méndez y hacia el Sudoeste con las Provincias Avilés y Arce.

2.3.4. Extensión.

El territorio del Municipio de Entre Ríos comprende una extensión territorial de 6.406 km² aproximadamente, que representa el 17,2% de la superficie departamental y el 0,58% del territorio nacional. Datos que fueron proporcionados por Zonisig APDS Tarija¹. Cuenta con 6 Distritos, 11 Cantones y 103 comunidades, el Distrito 5 en donde se encuentra la comunidad de Timboy tiene una superficie de 904.10km². (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

2.3.5. Clima

De manera general el municipio de Entre Ríos presenta un clima templado cálido-húmedo en primavera y verano en tanto que en otoño e invierno templado-seco. El Distrito 5(D-5) generalmente presenta un clima desde templado semiárido-semihúmedo y cálido semiárido. (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

2.3.6. Temperaturas máximas y mínimas.

La temperatura media anual del Municipio de Entre Ríos es de 19 °C, en verano 22,5 °C y en invierno de 14,7 °C. Con máximas que superan los 40,9 °C y mínimas extremas que bajan hasta -7,2 °C. Por otra parte, podemos afirmar que la temperatura máxima promedio se presenta en los meses de septiembre 38,8 y octubre 38,4, las temperaturas más bajas en promedio alcanzaron en el mes de julio -5,8 °C y agosto -4.1; la

temperatura promedio se registró con 19 °C (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

2.3.7. Precipitaciones Fluviales

La precipitación varía enormemente por distritos: en el D-3 y D-4 se produce la mayor precipitación anual con 1.314 mm, le sigue el D-2 con 1.150 mm, luego el D-1 con 1.125 mm, posteriormente el D-5 con 912.4 mm y finalmente el D-6 con tan sólo 674.8 mm. Las lluvias predominan del Sur y Sureste, por consiguiente, la humedad varía también por distritos. El número de días con lluvia alcanza a un promedio de 102, la máxima precipitación pluvial en 24 horas se da en el mes de enero con 131 mm. (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

2.3.8. Suelo

Las características físicas de los suelos varían de acuerdo a la posición fisiográfica en que se encuentran, no obstante, los suelos ubicados en las montañas son poco profundos, con presencia de afloramientos rocosos, siendo de textura pesada a mediana. En tanto que los suelos ubicados en la zona de pie de monte y terrazas aluviales varían de moderadamente profundos a profundos, la textura es de media a liviana en los horizontes superiores y más pesada en los horizontes profundos. (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

Suelos ubicados en laderas y pie de monte que corresponden a la localidad de Timboy, los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de textura franco arcillosas a arcillosas, imperfectamente drenados (Zonisig, 2001).

2.3.9. Inclemencias.

Las sequías afectan principalmente las poblaciones de Chimeo, Cahuarina, Timboy, Morterito y Yuquiporo. La parte media del municipio en dirección noroeste hacia sur este presenta mediana incidencia de la sequía y la parte sur de Entre Ríos (desde Saycan La Cueva y San Antonio) hacia el sur es menos susceptible a la sequía, no obstante, los pobladores indican que la incidencia de la sequía es cíclica con periodo de 8 a 10 años.

La incidencia de las heladas y granizada se da en periodos de 3 a 4 años la zona más afectada comprende la parte noroeste del municipio (Hoyadas, Canaletas y sus alrededores). La helada afecta medianamente a la parte central del municipio en dirección de noroeste hacia el este. Estos fenómenos ocasionan graves daños a la producción agrícola, sobre todo. (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

2.3.10. Sequías.

La zona más afectada es el D-2 y la parte oeste del D-5, que afecta negativamente a la producción agrícola, por la escasa precipitación en etapas críticas del desarrollo de los cultivos. (GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, 2011)

2.4. Materiales

2.4.1. Material Vegetal

El material que se utilizó para el trabajo fue: la semilla de *Brachiaria ruziziensis*, que se obtuvo de la cosecha de la gestión 2022 del cultivo establecido en la comunidad de Timboy, esta se encontraba almacenada bajo condiciones ambientales en dicha comunidad.

2.4.2. Material de Campo

- Cuaderno de campo
- Sobres de campo
- Caladores
- Bolígrafo
- Celular
- Datta Logger

2.4.3. Materiales de Laboratorio

a) Equipo de Laboratorio

- Balanza de precisión
- Homogeneizador
- Diafanoscopio

- Determinador de humedad DICKY Jhon
- Cámara de Germinación
- Estufa de laboratorio (Mettler)
- Lupa binocular
- Microscopio

b) Materiales

- Cajas Petri
- Bandejas de plástico
- Papel toalla
- Papel aluminio
- Sal de tetrazolio (cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio o cloruro de tetrazolio)
- Agua destilada
- Formularios de registro
- Guantes de látex
- Pinzas
- Bisturí
- Barbijo
- Mandil de laboratorio

2.4.4. Materiales de Gabinete

- Computadora
- Hojas de papel
- Calculadora
- Bolígrafo

2.5. Metodología

La metodología consistió en la realización del análisis de calidad de la semilla de *Brachiaria ruziziensis* en diferentes intervalos de tiempo de almacenamiento de poscosecha. El análisis de calidad de la semilla, fue realizado mediante la aplicación

de la resolución administrativa y el cumplimiento de los procedimientos y parámetros de calidad de la semilla establecido por la Norma Nacional sobre Semillas para especies agrícolas, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), y basándose en los procedimientos para análisis de semillas establecido por las reglas internacionales para análisis de semillas (ISTA). El trabajo conto con las siguientes etapas: la etapa en campo, la etapa en laboratorio y la etapa en gabinete.

2.5.1. Etapa en Campo

2.5.1.1. Obtención de la muestra homogénea de semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) en la comunidad de Timboy.

Se llevó a cabo el muestreo del lote de semillas de aproximadamente 900kg de semilla de *Brachiaria ruziziensis*, que se encontraban distribuidas y almacenadas en bolsas, con el calador se procedió a sacar muestras primarias de diferentes partes de cada bolsa de semilla para obtener la muestra compuesta homogénea de semilla, se obtuvo una muestra compuesta de 10kg, que se la dejo almacenada bajo condiciones ambientales, en el mismo lugar donde se encontraba almacenado el lote de semillas, en una infraestructura convencional dicha infraestructura era una galería bajo sombra con un techo de calamina.

Para cada intervalo de tiempo poscosecha y análisis se procedió a sacar la muestra para enviar al laboratorio, de la muestra compuesta.

2.5.2. Etapa en Laboratorio

Tabla N°1

INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA PARA LOS ANÁLISIS DE CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

Intervalos de tiempo poscosecha y numero de análisis	Fecha de inicio de análisis
1° análisis-46 días poscosecha	20 de julio
2° análisis-71 días poscosecha	14 de agosto
3° análisis-96 días poscosecha	8 de septiembre
4° análisis-121 días poscosecha	3 de octubre
5° análisis-146 días poscosecha	28 de octubre
6° análisis-171 días poscosecha	22 de noviembre
7° análisis-196 días poscosecha	17 de diciembre
8° análisis-221 días poscosecha	11 de enero

Se tomó en cuenta los intervalos de tiempo poscosecha a partir de la fecha de la cosecha de la semilla, los análisis en laboratorio se hicieron cada veinticinco días a partir de los cuarenta y seis días poscosecha, para el intervalo de tiempo entre análisis, se tomó en cuenta, el tiempo que debe permanecer la semilla de este género en la cámara de germinación de 21 días como indica el ISTA, más 4 días para la toma de datos y preparación del siguiente análisis.

2.5.2.1. Calidad física de la semilla de *Brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) en diferentes intervalos de tiempo poscosecha

La calidad física se determinó en base a la resolución administrativa y el cumplimiento de los requisitos de calidad de la semilla establecidos por la Norma Nacional sobre Semillas y las reglas ISTA.

Se recepcionó la muestra de semilla en el laboratorio en cada intervalo de tiempo poscosecha en el que se llevó el análisis de calidad física y fisiológica, en una planilla se registraron los siguientes datos: el número de análisis que se llevará a cabo, el nombre de la semillera, nombre del productor, fecha de recepción, nombre del cultivo, nombre de la especie.

Variables a Evaluar

2.5.2.1.1. Determinación del contenido de la humedad

El contenido de humedad de la muestra se determinó, por el método indirecto con un determinador de humedad DICKEY-JOHN, se hicieron dos lecturas, estas se sumaron y dividieron entre el número de lecturas total para obtener una media, como lo indica las reglas ISTA.

Después dicha muestra se la llevó al homogeneizador de muestras y posteriormente se pesó 150gr de semilla, como indica las reglas ISTA, esta fue la muestra mínima para laboratorio, esta se la colocó en un frasco con los datos registrados.

2.5.2.1.2. Análisis de Pureza

Se pesó 15gr de semilla de la muestra mínima de 150gr para laboratorio, la cual fue la muestra de trabajo mínima para el análisis de pureza, como lo indica las reglas ISTA.

En el diafanoscopio y con la observación a través de la lupa se realizó la observación física, separación minuciosa de semilla pura, materia inerte y otras semillas, se consideró como semilla pura, a la espiguilla con o sin pedúnculo, con glumas, lemma y palea encerrando una cariósida, más una lemma esteril unida, trozo de cariósida mayor que la mitad de su tamaño original, y se consideró como materia inerte a aquellos materiales y estructuras no definidas como semilla pura u otra semilla como: semillas en las que no fue evidente la presencia de una verdadera semilla, antecios esteriles desprendidos, glumas vacías, lemmas, paleas, paja, tallos, hojas, según las reglas ISTA. Posteriormente se pesó la semilla pura y materia inerte, la materia inerte se colocó en un sobre, con los pesos obtenidos se realizó una regla de tres simple.

2.5.2.1.3. Determinación del peso de 1000 semillas

Se llevo a cabo el método de contar ocho repeticiones de 100 semillas al azar, como indica las reglas ISTA, se pesó ocho repeticiones de 100 semillas de la porción de semilla pura. Con estos pesos se calcularon las siguientes medidas de dispersión.

Varianza:

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

Donde:

n: número de repeticiones

x: peso de cada repetición en gramos

\sum : sumatoria

Desviación estándar:

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

Coefficiente de variación:

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

El coeficiente de variación no debe superar el 6% en gramíneas, se respetó este límite para proceder a calcular finalmente el peso de mil semillas, y con la siguiente formula se calculó el peso de mil semillas.

$$\text{Peso de 1000 semillas} = \frac{\sum \text{del peso de 100 semillas}}{\text{Número de repeticiones de 100 semillas}} \times 10$$

\sum : sumatorio total del peso de 100 semillas

2.5.2.1.4. Determinación del Número de semillas por kg

Se pesó tres repeticiones de 100 semillas al azar, y con la siguiente formula se calculó el número de semillas por kg.

$$\text{Número de semillas/kg} = \frac{\text{Número de semillas puras en la muestra}}{\text{Gramos de semillas puras en la muestra}} \times 1000$$

2.5.2.2. Calidad fisiológica de la semilla de *Brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) en diferentes intervalos de tiempo poscosecha

VARIABLES A EVALUAR

2.5.2.2.1. Determinación del Porcentaje de Viabilidad de la semilla de *Brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

2.5.2.2.1.1. Análisis Topográfico de Tetrazolio

Este análisis se llevó a cabo según el procedimiento establecido por las reglas ISTA y protocolo del INIAF. En un inicio se esterilizó todo el material a utilizar como cajas Petri, vaso precipitado, pinzas, bisturí.

Preparación de la solución de tetrazolio

Se preparó la solución de tetrazolio a una concentración del 1%, para lo que se pesó 1gr de sal de tetrazolio y se la disolvió en 100 ml de agua destilada, la solución se la guardó en oscuridad en un frasco ámbar.

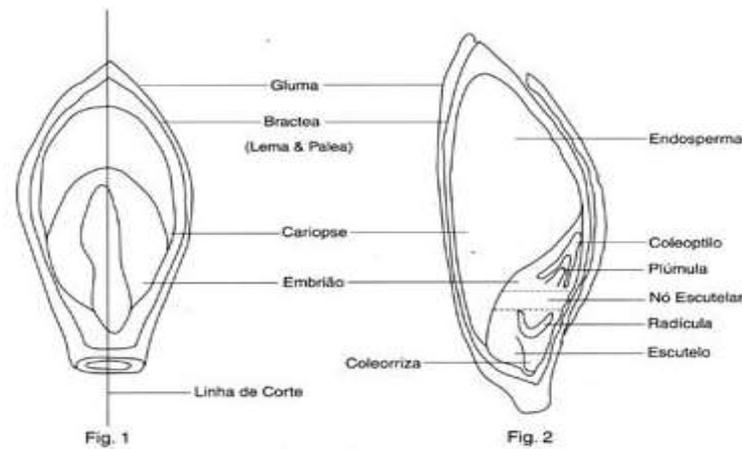
Acondicionamiento de la muestra de semillas

Las semillas se acondicionaron con el fin de facilitar la penetración de la solución de tetrazolio en las semillas, por lo que de la fracción de semilla pura, se obtuvo 400 semillas que se distribuyeron en 4 réplicas de 100 semillas, en cada caja Petri se colocó dos capas de papel húmedo, luego se colocaron las cien semillas y se las cubrió con una capa de papel, después se humedeció lentamente con agua cada muestra, con el fin de que las semillas se embeban, y por último se tapó la caja Petri. Las cuatro cajas Petri se las colocaron en la cámara de germinación por un tiempo de 18 horas a una temperatura de 25°C.

Preparación para la Tinción

Después de las 18 horas de humedecimiento de las semillas en cámara de germinación, se procedió a realizar los cortes longitudinales en las semillas, realizando un corte sobre el eje embrionario, se conservó solo una mitad de la semilla como indica las reglas ISTA.

Figura N°6 Estructura del embrión de Brachiaria



Fuente: (Peredo)

Cada repetición de 100 mitades de semillas cortadas longitudinalmente, se colocó en una caja Petri, luego se adiciono la solución de tetrazolio de manera que quedaron sumergidas en la solución, se tapó cada caja Petri, y se las cubrió con papel aluminio. Las cuatro replicas fueron colocadas en la estufa por 3 horas a una temperatura de 35°C.

Evaluación de la viabilidad de las semillas

Luego de la inmersión de las semillas en solución de tetrazolio, se las enjuago con agua y se procedió a la evaluación de cada replica.

En la lupa binocular se evaluó como, semilla viable o no viable, sobre la base de patrones de tinción y solidez del tejido según la coloración presentada, la evaluación se realizó de acuerdo las reglas ISTA y el protocolo de análisis de viabilidad realizado por el INIAF.

El número de semillas viables se determinó en cada reiteración, y se calculó el promedio de las cuatro réplicas expresado en porcentaje con la siguiente formula.

$$\% \text{ de Viabilidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas viables}}{N^{\circ} \text{ total de la muestra}} \times 100$$

2.5.2.2.2. Determinación del Porcentaje de Germinación de la semilla de *Brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

2.5.2.2.2.1. Análisis de Germinación

Este análisis se llevó a cabo según el procedimiento establecido por las reglas ISTA. Se procedió a la desinfección del material de laboratorio con hipoclorito de sodio y alcohol etílico.

Siembra de las semillas

De la fracción de semilla pura, se obtuvo 400 semillas distribuidas en 4 réplicas de 100 semillas cada bandeja, se llevó a cabo la siembra en un medio de crecimiento sobre papel, para lo cual se desinfecto el sustrato papel con agua y con hipoclorito de sodio, luego se colocó dos capas de papel en cada bandeja, después se distribuyó las cien semillas en cada bandeja, y por último se tapó cada bandeja, estas se las llevó a la cámara de germinación a una temperatura de 25°C.

Evaluación de la germinación de las semillas

La evaluación se la realizó a los siete, catorce y veintiún días, se evaluó cada replica en plántula normal, anormal y las semillas no germinadas, se las evaluó en semillas muertas, frescas y duras. El porcentaje de germinación se calculó con la siguiente formula:

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

2.5.2.2.3. Determinación de la velocidad de germinación en número medio de días para germinar de la semilla de *Brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

La velocidad de germinación se determinó utilizando la fórmula de Parizot (1988):

$$\text{Número medio de días} = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 \dots \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 + \dots \dots N_n}$$

Donde:

N₁= número de semillas germinadas durante el tiempo T₁

N_2 = número de semillas que hayan germinado entre el intervalo de tiempo T_1 y T_2

2.5.2.2.4. Determinación del valor cultural de la semilla de *Brachiaria (Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard)*

Para la determinación del valor cultural se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Valor cultural} = \frac{\% \text{ de Germinación} \times \% \text{ de Pureza}}{100}$$

2.5.3. Etapa de gabinete

Para el análisis de los datos se llevó a cabo los siguientes análisis estadísticos

2.5.3.1. Análisis estadísticos

Medidas de dispersión

Las medidas de dispersión que se utilizaron para el análisis de datos obtenidos para la calidad fisiológica, en cada intervalo de tiempo poscosecha fueron:

Varianza:

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

Desviación estándar:

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

Coefficiente de variación:

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

Prueba estadística: Se utilizó la prueba de t de Student para la evaluación e interpretación de los resultados

$$tc = \frac{X_1 - X_2}{Sx_1 - x_2}$$

$$Sx_1 - x_2 = \sqrt{\left(\frac{S_p^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_p^2}{n_1}\right)}$$

$$S_p^2 = \frac{v_1 S_1^2 + v_2 S_2^2}{v_1 + v_2}$$

n_1 = número de muestras de la población 1

n_2 = número de muestras de la población 2

v_1 = grados de libertad de la población 1 $\neq (n - 1)$

v_2 = grados de libertad de la población 2 $\neq (n - 1)$

X_1 = media de la población 1

X_2 = media de la población 2

S_1^2 = varianza de la población 1

S_2^2 = varianza de la población 2

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

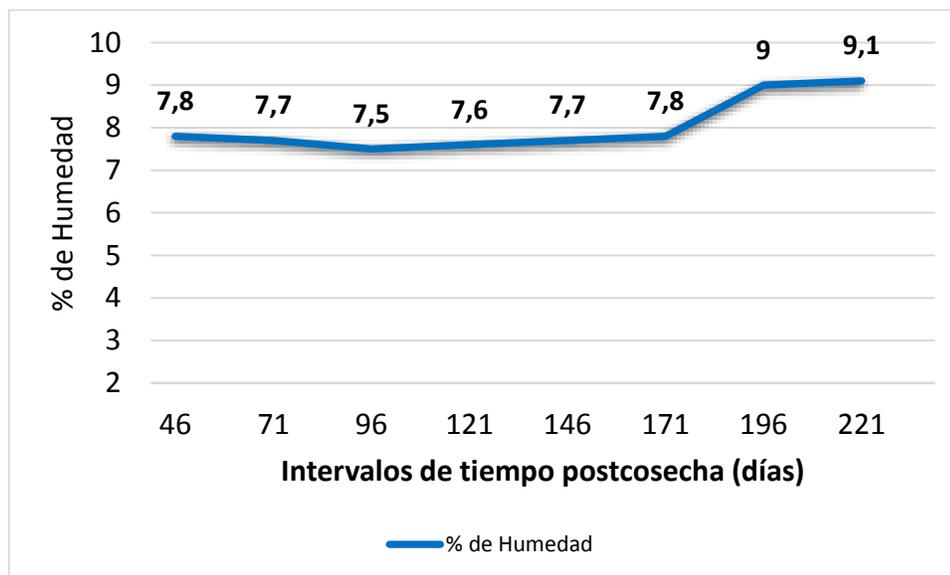
3.1. CALIDAD FÍSICA DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

Tabla N°2

ATRIBUTOS DE CALIDAD FÍSICA DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	% de Humedad	% de Pureza	Peso de 1000 semillas(gr)	Número de semillas por kg
46	7,8	98,53	6,1	163.934
71	7,7	98	6	166.667
96	7,5	98,67	5,8	172.414
121	7,6	98,93	5,5	181.818
146	7,7	99,13	5,6	178.571
171	7,8	98,73	5,5	181.818
196	9	98,8	5,8	172.414
221	9,1	98,6	5,9	169.492

Figura N°7
PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard EN DIFERENTES INTERVALOS
 DE TIEMPO POSCOSECHA

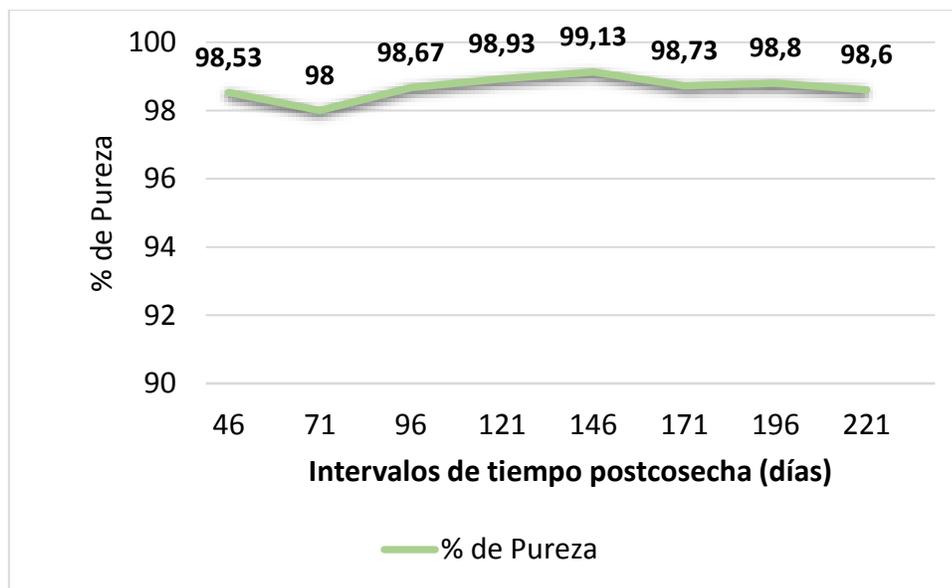


Se observó una variación en el porcentaje de humedad, esta fue entre 7,5 a 9,1 por ciento, en el tiempo poscosecha que se realizaron todos los análisis de calidad física, en el séptimo y octavo análisis se puede observar un ligero aumento, respecto al porcentaje de humedad más bajo obtenido.

Factores Físicos que afectan al Grano Almacenado (2008), indica que el grano es un producto higroscópico, la humedad del ambiente (humedad relativa) y la temperatura afectan su contenido de humedad. Por lo que se atribuye que el aumento del porcentaje de humedad de la muestra en los últimos análisis se debe al aumento del porcentaje de Humedad Relativa (HR) y la propiedad higroscópica de la semilla, esto tiene relación con los datos del porcentaje de HR obtenidos del lugar de almacenamiento con el Datta Logger, en el que se observó un aumento significativo del porcentaje de HR durante los últimos meses del almacenamiento poscosecha. De acuerdo a los requisitos en laboratorio que establece la Norma Nacional sobre Semillas, el porcentaje de humedad

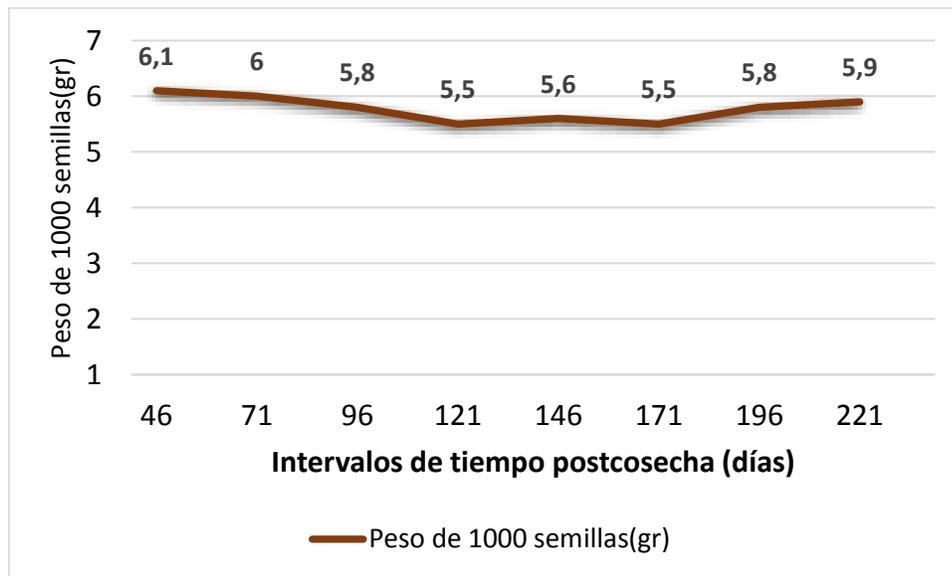
de la semilla no debe exceder el 13%, en el tiempo que se llevó a cabo el trabajo la semilla cumplió con este requisito.

Figura N°8
PORCENTAJE DE PUREZA DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard EN DIFERENTES INTERVALOS
 DE TIEMPO POSCOSECHA



Los porcentajes de pureza obtenidos en cada intervalo de tiempo postcosecha, variaron entre 98 y 99,13%, la Norma Nacional sobre Semillas establece un porcentaje del 98% de pureza como mínimo y un máximo de 2% de materia inerte, la semilla cumplió este requisito de laboratorio para llevar a cabo el análisis de calidad física y fisiológica de la semilla.

Figura N°9
PESO DE MIL SEMILLAS (gr) EN BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis*
R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO
POSCOSECHA



En cuanto al peso de 1000 semillas, fue entre 5.5gr a 6.1gr en el tiempo que se llevó a cabo todo el trabajo.

En cuanto al número de semillas por kg, se obtuvo un número de semillas/kg menor, en aquellos intervalos de tiempo postcosecha en el que se determinó un peso de semillas mayor, y en los que se determinaron un peso de semillas menor, se obtuvo mayor número de semillas/kg.

3.2. CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
(Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard)

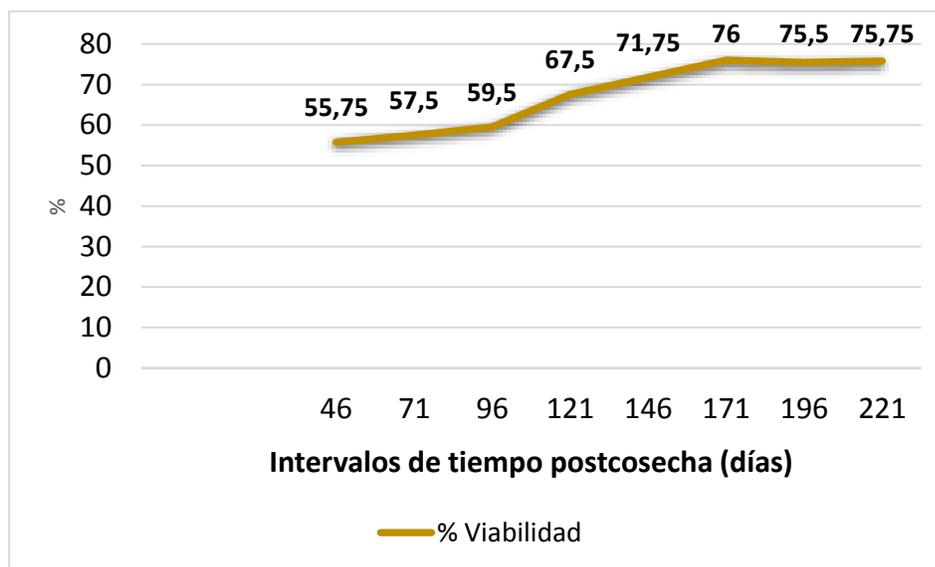
3.2.1. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
(Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard)

Tabla N°3

PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
(Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES
 INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Tratamientos Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	Repeticiones				Media
	I	II	III	IV	
46 días poscosecha	59	50	59	55	55,75
71 días poscosecha	58	60	55	57	57,5
96 días poscosecha	59	63	56	60	59,5
121 días poscosecha	71	65	70	64	67,5
146 días poscosecha	70	70	71	76	71,75
171 días poscosecha	73	78	76	77	76
196 días poscosecha	78	77	75	72	75,5
221 días poscosecha	79	71	77	76	75,75

Figura N°10
PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
Brachiaria ruziziensis R. Germ & Evrard EN DIFERENTES INTERVALOS
 DE TIEMPO POSCOSECHA



El porcentaje de viabilidad fluctuó entre 55,75 % y 76% en el tiempo poscosecha que se llevó a cabo el trabajo. Se observó un aumento significativo a partir del cuarto análisis, pero a partir del quinto análisis mantuvo valores altos con ligeras variaciones no significativas entre 71,75% a 76%. El comportamiento dinámico del porcentaje de viabilidad observado durante el tiempo que se llevó el trabajo fue similar a lo observado por Ortiz, Sánchez, & Ferguson (1985), en el que indica las variaciones del porcentaje de viabilidad en *Brachiaria decumbens* observo que la viabilidad se mantuvo en un nivel alto durante todo el tiempo del ensayo de (72-83%) con ligeras fluctuaciones entre los 90 y 150 días, en *Brachiaria dictyoneura* observo que la viabilidad mantuvo valores estables (64% hasta los 120 días), pero aumentó significativamente a 74% a los 210 días.

El mismo autor indica que dichas variaciones en este análisis podrían explicarse por errores inherentes en la técnica que es aún imprecisa o en su interpretación ya que

parece haber indicaciones de que el análisis en semillas jóvenes con latencia fuerte es un poco más difícil.

Probablemente el analista tiende a subestimar el valor de la viabilidad en semillas frescas y es por eso que en las semillas recién cosechadas se encuentra un porcentaje de viabilidad menor que en las semillas del mismo lote almacenadas durante algún tiempo. Otra posibilidad es que los tejidos del embrión de las semillas frescas no estén bien diferenciados o que no se haya desarrollado completamente o no haya alcanzado madurez completa por lo que el periodo de poscosecha permite que el embrión complete su desarrollo y su madurez.

Se observó algo similar a lo que indica Ortiz, Sánchez, & Ferguson (1985), pues coincide con el comportamiento y las variaciones de los resultados de viabilidad obtenidos durante el tiempo que se llevó a cabo el trabajo. En los primeros análisis cuando la semilla todavía tenía menos tiempo de almacenamiento poscosecha fue donde se observó bajos porcentajes de viabilidad, debido a la mayor intensidad de la dormancia de la semilla tras la cosecha, pero a medida que el tiempo de almacenamiento era mayor el porcentaje de viabilidad aumentaba. Como indica Ortiz, Sánchez, & Ferguson (1985), este comportamiento observado puede atribuirse a los tejidos del embrión de las semillas frescas, que no están bien diferenciados o no se ha desarrollado completamente por lo que el periodo de poscosecha permite que el embrión complete su desarrollo y su madurez.

Tabla N°4
MEDIDAS DE DISPERSIÓN DEL PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE
BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) DE LOS
DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	\bar{X}	S^2	S	$\%CV$
% de viabilidad a los 46 días poscosecha	55,75	18,25	4,27	7,66
% de viabilidad a los 71 días poscosecha	57,5	4,33	2,08	3,62
% de viabilidad a los 96 días poscosecha	59,5	8,33	2,89	4,85
% viabilidad de a los 121 días poscosecha	67,5	12,33	3,51	5,20
% de viabilidad a los 146 días poscosecha	71,75	8,25	2,87	4,00
% de viabilidad a los 171 días poscosecha	76	4,67	2,16	2,84
% de viabilidad a los 196 días poscosecha	75,5	7,00	2,65	3,50
% de viabilidad a los 221 días poscosecha	75,75	11,58	3,40	4,49

Tabla N°5
COMPARACIÓN ENTRE LOS PORCENTAJES DE VIABILIDAD DE
LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha	% de viabilidad	Tc	Tt	Significancia al 95%
A los 46 días poscosecha y a los 71 días poscosecha	55,75 57,5	0,7	2,446	No
A los 46 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	55,75 59,5	1,28	2,446	No
A los 46 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	55,75 67,5	4,95	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	55,75 71,75	5,79	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	55,75 76	8,01	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	55,75 75,50	7,57	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	55,75 75,75	7,97	2,446	Sí

A los 71 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	57,5 59,50	0,83	2,446	No
A los 71 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	57,5 67,50	5,94	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y los 146 días poscosecha	57,5 71,75	6,5	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	57,5 76	9,77	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	57,5 75,50	9	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	57,5 75,75	9,78	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	59,5 67,50	3,52	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	59,5 71,75	4,58	2,446	Sí

A los 96 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	59,50 76	6,78	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	59,50 75,50	6,36	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	59,50 75,75	6,74	2,446	Sí
A los 121 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	67,50 71,75	2,09	2,446	No
A los 121 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	67,50 76	4,98	2,446	Sí
A los 121 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	67,50 75,50	4,38	2,446	Sí
A los 121 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	67,50 75,75	4,92	2,446	Sí
A los 146 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	71,75 76	1,92	2,446	No

A los 146 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	71,75 75,50	1,63	2,446	No
A los 146 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	71,75 75,75	1,83	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	76 75,50	0,25	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	76 75,75	0,13	2,446	No
A los 196 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	75,75 75,75	0,13	2,446	No

De acuerdo a la t de Student, los porcentajes de viabilidad obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha muestran que estadísticamente existe diferencias significativas entre los porcentajes de viabilidad obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha. Pero no existe diferencia estadística significativa entre los porcentajes de viabilidad obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 146 a 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron los mayores porcentajes de viabilidad. También no existe diferencia estadística significativa entre los porcentajes de viabilidad obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 121 y 146 días poscosecha y los porcentajes de viabilidad obtenidos en los intervalos de tiempo entre los 46 a 96 días poscosecha.

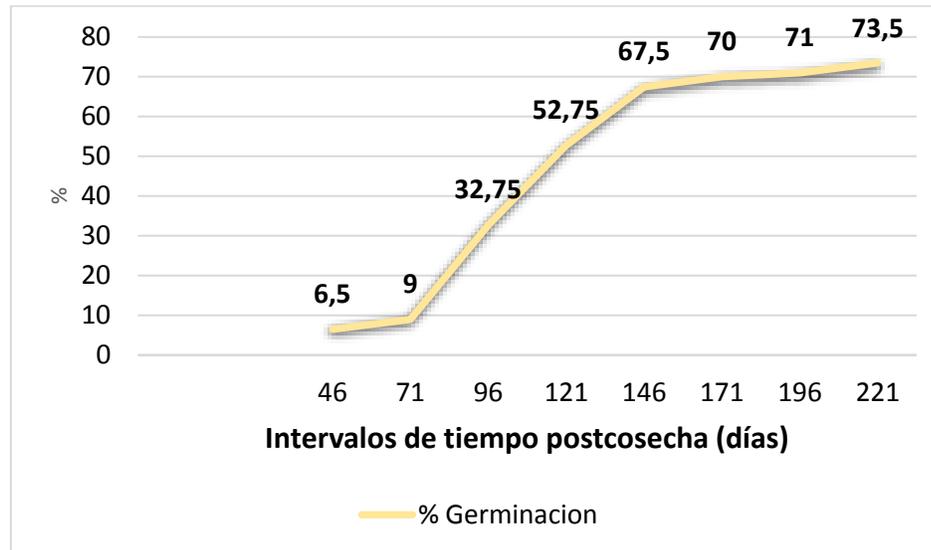
3.2.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

Tabla N°6

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Tratamientos Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	Repeticiones				Media
	I	II	III	IV	
46 días poscosecha	5	10	5	6	6,5
71 días poscosecha	6	11	10	9	9
96 días poscosecha	31	35	31	34	32,75
121 días poscosecha	49	54	51	57	52,75
146 días poscosecha	60	64	70	76	67,5
171 días poscosecha	71	68	70	71	70
196 días poscosecha	74	70	69	71	71
221 días poscosecha	80	71	72	71	73,5

Figura N°11
PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA
(*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES
INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA



Se observó una tendencia ascendente del porcentaje de germinación en el tiempo que se desarrolló el trabajo. El porcentaje de germinación inicialmente fue de un 6.5% y 9% a los 46 y 71 días poscosecha, se observó un aumento significativo del porcentaje de germinación ya que alcanzó un 32.75% de germinación a los 96 días poscosecha, en el cuarto intervalo poscosecha alcanzó un 52.75% de germinación, a los 146, 171, 196 y 221 días poscosecha se continuó observando un aumento significativo del porcentaje de germinación hasta mostrar valores altos de germinación de 67.5%, 70%, 71% y 73.5% respectivamente. A medida que el tiempo de almacenamiento poscosecha incrementaba, el porcentaje de germinación también incrementaba, demostrando que para las semillas de *Brachiaria ruziziensis*, es necesario un periodo de almacenamiento poscosecha de posmaduración, y que este periodo de almacenamiento poscosecha repercute de manera positiva en la germinación de las semillas. Al respecto Hernández *et al.*, (2016) indican que el tiempo de almacenamiento (considerado como tiempo de capacitación normal de la semilla de gramíneas tropicales) tiene efecto positivo sobre la germinación, obtuvieron bajos porcentajes de germinación (11.5 y 3%) a cuatro

meses de almacenamiento (lote 1) y dos meses de almacenamiento (lote 2) respectivamente en *Brachiaria brinzanta*. La semilla con seis meses de almacenamiento mostró la mayor germinación, de 22.8% (lote 1) y 33.9% (lote 2) en *Brachiaria brinzanta*. También Enríquez y Quero (2006); Azcorra y Lara (2003) citado por Hernández *et al.*, (2016), indican que al evaluar el efecto del tiempo del almacenamiento en la germinación de las semillas de *B. brizantha* encontraron valores de germinación de 2, 3 y 48% a 0, 3.5 y 6.5 meses de almacenamiento, respectivamente.

Al no encontrar información bibliográfica al respecto en *Brachiaria ruzizensis*, se ha observado que, en este trabajo realizado, *Brachiaria ruzizensis* a los seis meses y cuatro días alcanzó un 70% de germinación, en comparación con los porcentajes de otras especies, *Brachiaria ruzizensis* muestra un mayor porcentaje de germinación en menos tiempo poscosecha, esto se lo puede atribuir a características propias de la especie.

Tabla N°7
MEDIDAS DE DISPERSIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruzizensis* R. Germ & Evrard) DE LOS
DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	\bar{X}	S^2	S	$\%CV$
% de Germinación a los 46 días poscosecha	6.5	5,67	2,38	36,62
% de Germinación a los 71 días poscosecha	9	4,67	2,16	24
% de Germinación a los 96 días poscosecha	32.75	4,25	2,06	6,29
% de Germinación a los 121 días poscosecha	52.75	12,25	3,50	6,64
% de Germinación a los 146 días poscosecha	67.5	49	7,00	10,37
% de Germinación a los 171 días poscosecha	70	2	1,41	2,02
% de Germinación a los 196 días poscosecha	71	4,67	2,16	3,04
% de Germinación a los 221 días poscosecha	73.5	19,00	4,36	5,93

Tabla N°8
COMPARACIÓN ENTRE LOS PORCENTAJES DE GERMINACIÓN DE
LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha	% de germinación	Tc	Tt	Significancia al 95%
A los 46 días poscosecha y a los 71 días poscosecha	6,5 9	1,56	2,446	No
A los 46 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	6,5 32,75	16,67	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	6,5 52,75	21,85	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	6,5 67,5	16,5	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	6,5 70	45,87	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	6,5 71	40,13	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	6,5 73,5	26,98	2,446	Si

A los 71 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	9 32,75	15,91	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	9 52,75	21,27	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	9 67,5	15,97	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	9 70	47,25	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	9 71	40,59	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	9 73,50	26,52	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	32,75 52,75	9,85	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	32,75 67,5	9,52	2,446	Si

A los 96 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	32,75 70	29,8	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	32,75 71	25,62	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	32,75 73,50	16,9	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	52,75 67,5	3,77	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	52,75 70	9,14	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	52,75 71	8,87	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	52,75 73,5	7,42	2,446	Si
A los 146 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	67,5 70	0,7	2,446	No

A los 146 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	67,5 71	0,96	2,446	No
A los 146 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	67,5 73,5	1,46	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	70 71	0,77	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	70 73,50	1,53	2,446	No
A los 196 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	71 73,50	1,03	2,446	No

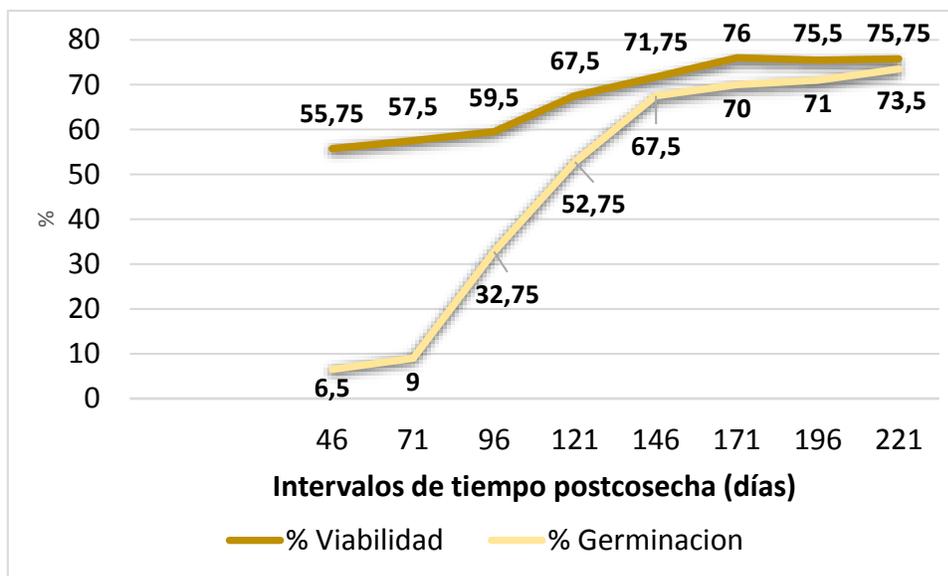
De acuerdo a la t de Student los porcentajes de germinación obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha, muestran que estadísticamente existe diferencias significativas entre los porcentajes de germinación obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha. Pero no existe diferencia estadística significativa entre los porcentajes de germinación obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 146 a 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron los mayores porcentajes de germinación.

También no existe diferencia significativa entre los porcentajes de germinación, obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 46 y 71 días poscosecha.

3.2.3. RUPTURA DE LA DORMANCIA EN BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)

Figura N°12

EVOLUCIÓN DE LA RUPTURA DE LA DORMANCIA EN SEMILLAS DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA



Las diferencias que se muestran entre los resultados del análisis de tetrazolio y los resultados obtenidos en el análisis de germinación en los primeros intervalos de tiempo postcosecha evidenciaron la dormancia presente en las semillas de *Brachiaria ruziziensis* después de la cosecha. La intensidad de la dormancia fue mayor a los 46 días postcosecha, de igual manera a los 71 días postcosecha, ya que en estos intervalos de tiempo postcosecha el porcentaje de germinación fue de 6 y 9% respectivamente. Pero a partir de los 71 días postcosecha en adelante se observó una disminución significativa de la intensidad de la dormancia a los 96, 121, 146, 171, 196, y 221 días postcosecha. A medida que aumentaba el porcentaje de germinación en estos intervalos de tiempo postcosecha, la intensidad de la dormancia iba disminuyendo, hasta mostrar una intensidad de dormancia mínima, lo que también evidencio la presente dormancia fisiológica de la semilla. Se evidenció que la ruptura de la dormancia en semillas de *Brachiaria ruziziensis* ocurrió gradualmente de manera natural conforme incremento

el tiempo de almacenamiento poscosecha. Al respecto Humphreys y Riveros (1986); García y Cícero (1992); Enríquez y Quero (2006); Ascorra y Lara (2003) citado por Hernández *et al.*, (2016), indican que la semilla de este género, presenta elevada latencia la cual se elimina en forma natural durante el almacenamiento de dos a ocho meses en *B. brizantha*.

Quiroz, Carrillo, & Hernández (2005), indican que *Brachiaria brizantha* (Trin.) Griseb cv. Insurgente, fue perdiendo la latencia progresivamente conforme pasó el tiempo después de la cosecha, y alcanzó un máximo de 42 % de emergencia a los seis meses posteriores a su cosecha (mes de abril), también indican que *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Chontalpo o Señal, rompe su latencia en forma natural con el almacenamiento, los valores máximos de emergencia se obtuvieron a los siete meses posteriores a la cosecha con 41%.

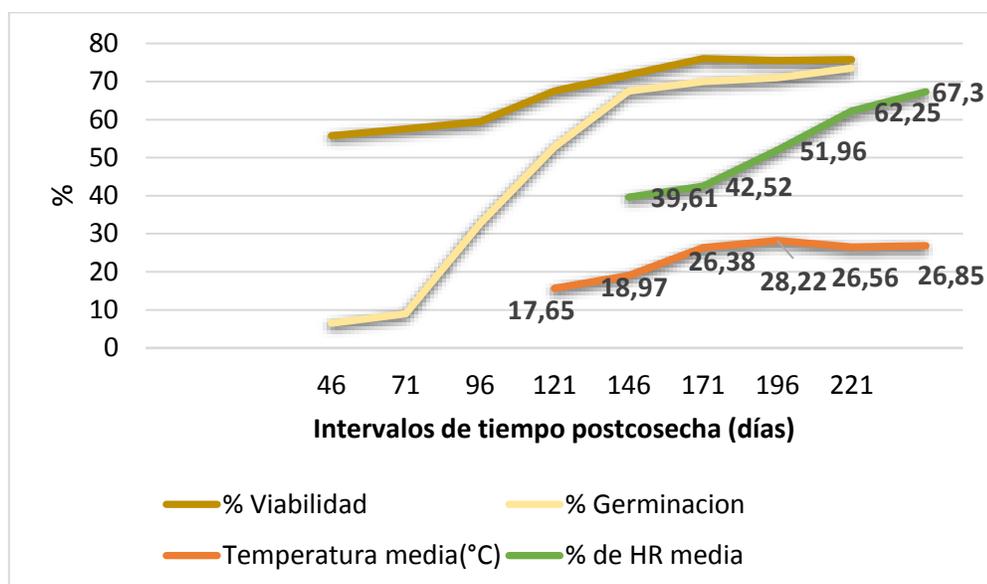
Brachiaria ruziziensis empezó a mostrar valores de medios a altos de germinación a partir de los cuatro meses y diecinueve días con un 52.75%. A los seis meses y cuatro días, siete meses y nueve días, *Brachiaria ruziziensis* alcanzó un 70% y 71% de germinación respectivamente, siendo estos porcentajes altos en comparación de los porcentajes obtenidos a los seis y siete meses en las otras especies mencionadas, estos resultados obtenidos hacen notar que, en comparación con otras especies las semillas de *Brachiaria ruziziensis* rompieron su dormancia en menos tiempo poscosecha con porcentajes de germinación de medios a altos, en comparación con las otras especies que lo hacen en más tiempo poscosecha con bajos porcentajes de germinación. Esto se podría atribuir a características propias de la especie.

Las condiciones ambientales del lugar de almacenamiento también podrían haber influido en que la ruptura de la dormancia se de en menos tiempo en *Brachiaria ruziziensis*, como el aumento gradual de la temperatura y humedad relativa, así como también los factores de la zona de producción de la comunidad de Timboy.

Al respecto Hartmann y Kester (1988); Willan (1991) citado por Varela & Arana (2011), indican que el nivel de latencia varía con la procedencia de las semillas, con el año de cosecha y varía incluso dentro de un mismo lote de semillas, de manera que, en

condiciones naturales, la emergencia de las plántulas ocurre en “pulsos” en un rango del espacio y el tiempo. También Varela & Arana (2011) indican que la intensidad de la latencia se encuentra influenciada por factores ambientales como ser; la temperatura, la humedad relativa y el ambiente gaseoso.

Figura N°13
COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD
RELATIVA DEL LUGAR DE ALMACENAMIENTO DURANTE LOS
INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA



Al observar las lecturas de temperatura media del lugar del almacenamiento de la semilla, estas mostraron un aumento gradual que oscilo entre 17,65°C a 28,22°C a partir de los ciento veintiuno días de almacenamiento poscosecha, lo que podría entenderse que mientras aumento la temperatura del lugar del almacenamiento o esta fue alta esta, repercutió de manera positiva en la dormancia de las semillas, ocasionando una ruptura en menos tiempo poscosecha, y por ende también repercutió en los resultados del porcentaje de germinación de manera positiva. Respecto a la influencia de la temperatura en la dormancia Bewley *et al.*, (2013); Baskin y Baskin (1985) citado por Sosa & Soler (2016) indican que en general la dormancia está promovida por temperaturas relativamente bajas.

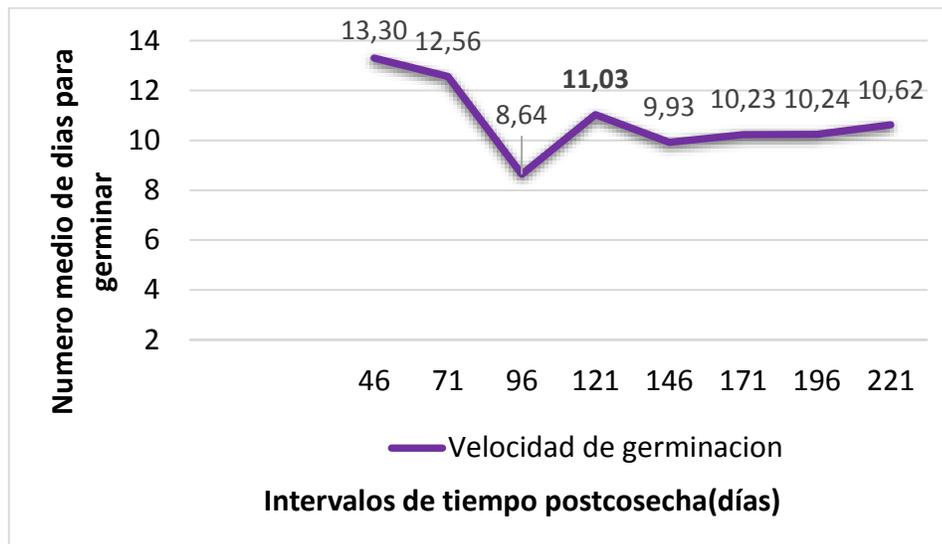
3.2.4. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN NÚMERO MEDIO DE DÍAS PARA GERMINAR

Tabla N°9

VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN NÚMERO MEDIO DE DÍAS PARA GERMINAR EN SEMILLAS DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Tratamientos Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	Repeticiones				Media
	I	II	III	IV	
46 días poscosecha	14	11,2	14	14	13,30
71 días poscosecha	12,83	10,81	12,6	14	12,56
96 días poscosecha	7,45	9	9,88	8,23	8,64
121 días poscosecha	11,29	12,57	10,56	9,7	11,03
146 días poscosecha	9,01	9,63	10,2	10,86	9,93
171 días poscosecha	11,33	11,42	9,8	8,38	10,23
196 días poscosecha	10,59	11,1	9,91	9,36	10,24
221 días poscosecha	10,58	10,65	10,79	10,45	10,62

Figura N°14
VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE BRACHIARIA
(*Brachiaria ruzizensis* R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES
INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA



Se observo un comportamiento dinámico de la velocidad de germinación, en todos los intervalos de tiempo postcosecha, que oscilo entre 8.64 a 13.30 días.

Tabla N°10
MEDIDAS DE DISPERSIÓN DE LA VELOCIDAD DE GERMINACION
DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruzizensis* R. Germ & Evrard) DE LOS
DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	\bar{X}	S^2	S	$\%CV$
Velocidad de Germinación a los 46 días poscosecha	13,3	1,96	1,40	10,53
Velocidad de Germinación a los 71 días poscosecha	12,56	1,74	1,32	10,49
Velocidad de Germinación a los 96 días poscosecha	8,64	1,08	1,04	12,05
Velocidad de Germinación a los 121 días poscosecha	11,03	1,48	1,22	11,02
Velocidad de Germinación a los 146 días poscosecha	9,93	0,62	0,79	7,96
Velocidad de Germinación a los 171 días poscosecha	10,23	2,08	1,44	14,09
Velocidad de Germinación a los 196 días poscosecha	10,24	0,58	0,76	7,45
Velocidad de Germinación a los 221 días poscosecha	10,62	0,02	0,14	1,34

Tabla N°11
COMPARACIÓN ENTRE LAS VELOCIDADES DE GERMINACIÓN DE
LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha	% de germinación	Tc	Tt	Significancia al 95%
A los 46 días poscosecha y a los 71 días poscosecha	13,3 12,56	0,77	2,446	No
A los 46 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	13,3 8,64	5,34	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	13,3 11,03	2,45	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	13,3 9,93	4,2	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	13,3 10,23	3,05	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	13,3 10,24	3,84	2,446	Sí
A los 46 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	13,3 10,62	3,81	2,446	Sí

A los 71 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	12,56 8,64	4,67	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	12,56 11,03	1,71	2,446	No
A los 71 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	12,56 9,93	3,43	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	12,56 10,23	2,38	2,446	No
A los 71 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	12,56 10,24	3,05	2,446	Sí
A los 71 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	12,56 10,62	2,93	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	8,64 11,03	2,99	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	8,64 9,93	1,97	2,446	No

A los 96 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	8,64 10,23	1,79	2,446	No
A los 96 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	8,64 10,24	2,48	2,446	Sí
A los 96 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	8,64 10,62	3,76	2,446	Sí
A los 121 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	11,03 9,93	1,52	2,446	No
A los 121 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	11,03 10,23	0,85	2,446	No
A los 121 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	11,03 10,24	1,1	2,446	No
A los 121 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	11,03 10,62	0,67	2,446	No
A los 146 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	9,93 10,23	0,37	2,446	No

A los 146 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	9,93 10,24	0,57	2,446	No
A los 146 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	9,93 10,62	1,72	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	10,23 10,24	0,01	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	10,23 10,62	0,53	2,446	No
A los 196 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	10,24 10,62	0,97	2,446	No

De acuerdo a la t de Student, las velocidades de germinación obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha, muestran que estadísticamente existe diferencias significativas entre las velocidades obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha. Pero no existe diferencia estadística significativa entre las velocidades de germinación obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 121 a 221 días.

También no existe diferencia estadística significativa entre las velocidades obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 96 y 171 días, tampoco existe diferencia estadística significativa entre las velocidades obtenidos en los intervalos entre los 71 y 171 días poscosecha; 71 y 121 días poscosecha, y 46 y 71 días poscosecha.

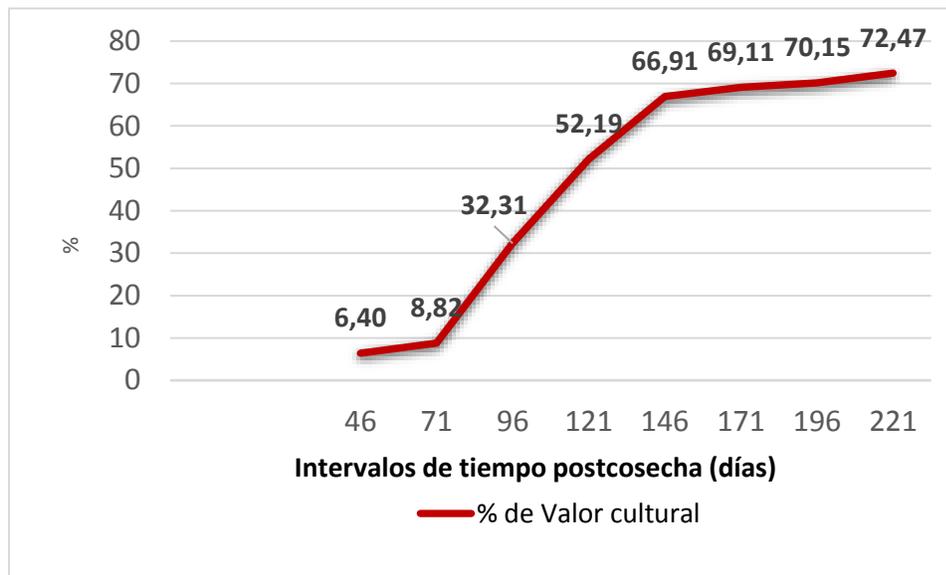
3.2.5. DETERMINACIÓN DEL VALOR CULTURAL DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruzizensis* R. Germ & Evrard)

Tabla N°12

PORCENTAJE DEL VALOR CULTURAL DE LA SEMILLA DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruzizensis* R. Germ & Evrard) EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Tratamientos Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	Repeticiones				Media
	I	II	III	IV	
46 días poscosecha	4,93	9,85	4,93	5,91	6,40
71 días poscosecha	5,88	10,78	9,80	8,82	8,82
96 días poscosecha	30,59	34,53	30,59	33,55	32,31
121 días poscosecha	48,48	53,42	50,45	56,39	52,19
146 días poscosecha	59,48	63,44	69,39	75,34	66,91
171 días poscosecha	70,10	67,14	69,11	70,10	69,11
196 días poscosecha	73,11	69,16	68,17	70,15	70,15
221 días poscosecha	78,88	70,01	70,99	70,01	72,47

Figura N°15
PORCENTAJE DEL VALOR CULTURAL DE LA SEMILLA DE
BRACHIARIA (*Brachiaria ruzizensis* R. Germ & Evrard) EN
DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA



El valor cultural fue aumentando con el tiempo conforme aumentaba el porcentaje de germinación. Según la Resolución Administrativa emitida por la Norma Nacional sobre semillas, un requisito mínimo de calidad para la comercialización de semillas de especies forrajeras que debe cumplir la *Brachiaria ruzizensis* es de un porcentaje de valor cultural de 30%. La semilla ha cumplido con este valor cultural a partir de los 96 días poscosecha

Tabla N°13
MEDIDAS DE DISPERSIÓN PARA EL PORCENTAJE DE VALOR
CULTURAL DE BRACHIARIA (*Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard)
DE LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha (Días)	\bar{X}	S^2	S	$\%CV$
% de valor cultural a los 46 días poscosecha	6,40	5,49	2,34	36,58
% de valor cultural a los 71 días poscosecha	8,82	4,48	2,12	24,00
% de valor cultural a los 96 días poscosecha	32,31	4,13	2,03	6,29
% de valor cultural a los 121 días poscosecha	52,19	11,98	3,46	6,63
% de valor cultural a los 146 días poscosecha	66,91	48,15	6,94	10,37
% de valor cultural a los 171 días poscosecha	69,11	1,95	1,40	2,02
% de valor cultural a los 196 días poscosecha	70,15	4,55	2,13	3,04
% de valor cultural a los 221 días poscosecha	72,47	18,46	4,30	5,93

Tabla N°14
COMPARACIÓN ENTRE LOS PORCENTAJES DE VALOR CULTURAL
DE LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO POSCOSECHA

Intervalos de tiempo poscosecha	% de germinación	Tc	Tt	Significancia al 95%
A los 46 días poscosecha y a los 71 días poscosecha	6,405 8,82	1,53	2,446	No
A los 46 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	6,405 32,31	16,71	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	6,405 52,18	21,9	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	6,405 66,91	16,52	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	6,405 69,11	45,99	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	6,405 70,14	40,22	2,446	Si
A los 46 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	6,405 72,47	27	2,446	Si

A los 71 días poscosecha y a los 96 días poscosecha	8,82 32,31	16,01	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	8,82 52,18	21,37	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	8,82 66,91	16,01	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	8,82 69,11	47,56	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	8,82 70,14	40,8	2,446	Si
A los 71 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	8,82 72,47	26,57	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 121 días poscosecha	32,31 52,18	9,9	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	32,31 66,91	9,57	2,446	Si

A los 96 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	32,31 69,11	29,85	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	32,31 70,14	25,68	2,446	Si
A los 96 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	32,31 72,47	16,89	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 146 días poscosecha	52,18 66,91	3,79	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	52,18 69,11	9,07	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	52,18 70,14	8,83	2,446	Si
A los 121 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	52,18 72,47	7,35	2,446	Si
A los 146 días poscosecha y a los 171 días poscosecha	66,91 69,11	0,62	2,446	No

A los 146 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	66,91 70,14	0,89	2,446	No
A los 146 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	66,91 72,47	1,36	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 196 días poscosecha	69,11 70,14	0,81	2,446	No
A los 171 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	69,11 72,47	1,48	2,446	No
A los 196 días poscosecha y a los 221 días poscosecha	70,14 72,47	0,97	2,446	No

De acuerdo a la t de Student los porcentajes de valor cultural obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha, muestran que estadísticamente existe diferencias significativas entre los porcentajes de valor cultural obtenidos en los diferentes intervalos de tiempo poscosecha. Pero no existe diferencia estadística significativa entre los porcentajes de valor cultural obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 146 a 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron los mayores porcentajes de valor cultural.

También no existe diferencia significativa entre los porcentajes obtenidos en los intervalos de tiempo poscosecha entre los 46 y 71 días poscosecha.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se dan a conocer las siguientes conclusiones:

- En todo el periodo poscosecha en el que se llevó a cabo el trabajo, la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, ha cumplido con los parámetros de calidad física establecidos por la Norma Nacional sobre Semillas, humedad igual o inferior a 13%, pureza física igual o superior a 98%.
- El porcentaje de viabilidad de la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, fue entre 55.75% y 76%, y los mayores porcentajes de viabilidad se observaron a los 146, 171, 196 y 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron porcentajes de 71.75%, 76%, 75.50%, y 75.75% respectivamente, que según la prueba de t de Student no existen diferencias significativas entre estos porcentajes.
- El porcentaje de germinación de la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, mostró una tendencia ascendente conforme incrementaba el tiempo de almacenamiento poscosecha, en el primer intervalo de tiempo poscosecha se obtuvo un 6.5% hasta alcanzar un máximo de 73.50% en el último intervalo, los mayores porcentajes se observaron a los 146, 171, 196 y 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron porcentajes de germinación de 67.5%, 70%, 71%, y 73.5% respectivamente, que según la prueba de t de Student, no existen diferencias significativas entre estos porcentajes.
- Se ha observado que la ruptura de la dormancia en la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, bajo condiciones ambientales de la comunidad de Timboy, ocurre de manera natural y gradualmente conforme incrementa el tiempo de almacenamiento poscosecha y que la semilla necesita de este periodo de almacenamiento poscosecha para completar su desarrollo fisiológico.

- De acuerdo a los intervalos de tiempo poscosecha la velocidad de germinación osciló entre 8,64 a 13,30 días para germinar.
- El porcentaje de valor cultural de la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, aumentó conforme aumentaba el porcentaje de germinación, los mayores porcentajes se obtuvieron a los 146, 171, 196 y 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron porcentajes de 66.91%, 69.11%, 70.15% y 72.47% respectivamente, que según la prueba t de Student, no existen diferencias significativas entre estos porcentajes.
- A los de 96 días poscosecha, la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, cumplió con el requisito mínimo de calidad para su comercialización, ya que alcanzó un porcentaje de valor cultural de 32.31%, siendo este valor mayor al valor cultural establecido por la resolución administrativa de la Norma Nacional sobre Semillas.
- *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, necesitó un periodo de almacenamiento poscosecha mínimo de al menos 96 a 121 días poscosecha para empezar a mostrar porcentajes mínimos aceptables de germinación y de 146 días poscosecha para empezar a mostrar porcentajes altos de germinación.
- El periodo de dormancia en semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard almacenada bajo condiciones ambientales en la comunidad de Timboy, duro entre 96 a 146 días poscosecha, se ha observado una ruptura de la dormancia en un corto periodo, esto se lo atribuye a características propias de la especie, dicho periodo ha sido influenciado por las condiciones ambientales del lugar de almacenamiento, y también por los factores de la zona de producción de la comunidad de Timboy.

4.2. RECOMENDACIONES

- Si el productor de semilla desea cumplir con el requisito mínimo de calidad para la comercialización de semillas de especies forrajeras establecido en la resolución administrativa de la Norma Nacional sobre Semillas, se recomienda que la semilla de *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard debe ser almacenada

por un periodo de al menos 96 o 121 días poscosecha, siempre y cuando la pureza de la semilla cumpla con el requisito mínimo y el tipo de almacenamiento de la semilla bajo condiciones ambientales sean similares a las de la comunidad de Timboy.

- Considerando la interpretación del análisis estadístico que demostró que, no existe diferencias significativas entre los porcentajes de germinación obtenidos entre los 146 a 221 días poscosecha, en los cuales se obtuvieron los mayores porcentajes de germinación, se debe considerar aquel intervalo de tiempo poscosecha en el que la semilla obtuvo un mayor porcentaje de germinación en menos tiempo de almacenamiento, por lo que se recomienda proceder con la certificación de la semilla después de un periodo de almacenamiento de 146 días poscosecha (cuatro meses con veintitrés días) para obtener mayores porcentajes de germinación registrados en la etiqueta.
- Si se quiere garantizar la siembra de esta especie con mayores porcentajes de germinación y/o emergencia, para el establecimiento uniforme de la pastura, se recomienda sembrar, después de los 146 días (cuatro meses con veintitrés días) después de cosechar la semilla.
- Mejorar el tipo de almacenamiento de la semilla, utilizando los silos metálicos para evitar la incidencia de plagas y enfermedades y el rápido deterioro de la semilla debido a la exposición directa a los factores ambientales, y realizar un tratamiento a la semilla para asegurar la emergencia de plántulas sanas.
- Continuar con trabajos de esta índole, para así ampliar la información sobre la dormancia en *Brachiaria ruziziensis* R. Germ & Evrard, ya que no se encontró información bibliográfica específica de esta especie, y llevar a cabo trabajos por un año o con un tiempo de almacenamiento mayor a un año poscosecha para conocer el comportamiento de la germinación y viabilidad conforme aumenta la edad de la semilla.
- Se sugiere realizar el análisis de calidad sanitaria de la semilla aplicando una metodología específica para esta especie en futuros trabajos, ya que se observó signos de fitopatógenos durante el análisis de germinación, aunque en menor

incidencia, además es importante saber el estado de la sanidad de la semilla, ya que este es un medio principal para la diseminación de fitopatógenos.

- Realizar trabajos tomando en cuenta el estudio del suelo, planta, clima, manejo del cultivo para obtener más información sobre como influyen los factores externos en el periodo de la dormancia y su ruptura.