

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes**

Desde el inicio de la agricultura, el hombre conoció que el grano servía para la alimentación y para la propagación de la especie. Debido a esa doble función la semilla ha sido un material muy valioso en la supervivencia de la especie humana. La semilla no sólo es algo que sirve para propagar la especie o un insumo. Dados los avances en las ciencias básicas y aplicadas, la semilla en realidad se constituye en una tecnología esencial e imprescindible de la producción. (Terente O. 2004. Pág. 1)

Bajo este contexto la calidad de la semilla ha sido el factor más importante durante la producción masiva de gramíneas y leguminosas.

La calidad de semillas es mencionada en escritos de la antigüedad, tanto en la filosofía china del siglo X AC como en el 3000 AC. a 300 DC. Centenas de años después, se desarrolló el comercio internacional de semillas, y la calidad de semillas se transformó en un factor importante para el desarrollo productivo.

Las evidencias han demostrado que las semillas de buena calidad permiten obtener buenos resultados, mientras que lo contrario conduce a resultados insatisfactorios o fracasos.

En los primeros años del siglo XIX, la gran mayoría de los agricultores dependían del abastecimiento propio de sus semillas. Concluida la II guerra mundial, se intensifica la producción agrícola e incrementa la demanda en cantidad y calidad de las semillas.

Las prácticas comerciales inescrupulosas y/o la falta de conocimiento por parte de aquellos que estuvieron involucrados en el comercio de semillas en Europa y las Américas del Siglo XIX originaron las primeras leyes de semillas y el desarrollo del llamado "arte y ciencia del análisis de semillas", con la finalidad de garantizar la calidad de las semillas en cuanto a la germinación y vigor.

En la actualidad, el mundo desarrollado ha dominado la industria semillera, por las grandes inversiones e investigaciones asociadas que demanda esta actividad, para lograr semillas de calidad con alto potencial productivo en un mercado cambiante y

dinámico a nivel internacional. Estados Unidos posee casi mil instituciones especializadas relacionadas con la actividad de semillas. Otros países como Francia, Japón, Holanda, Inglaterra, Canadá e Israel poseen la mayor fuente de recursos genéticos, para la creación de nuevas variedades e híbridos y ostentan el dominio del comercio de semillas.

Las semillas, para muchos pueblos y comunidades, son sagradas. Ellas son un don de los Dioses y pertenecen a los pueblos, naciones y a toda la humanidad. Son un bien común, patrimonio de la humanidad, derecho inalienable y símbolo de la vida.

Según INIAF (2013 DVD). La actividad semillera en Bolivia remonta sus inicios en 1974, cuando el Ex - Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA), crea departamentos de semillas en las regiones de Santa Cruz, Cochabamba, Yacuiba, Tarija, Chuquisaca y Potosí, donde se produce, certifica, acondiciona y comercializa las semillas.

En 1979 luego de establecer la dualidad de los departamentos de semillas del ex departamento del MACA, con apoyo de la Agencia para el Desarrollo internacional de los Estados Unidos de Norte América USAID se diseña el nuevo Programa Nacional de Semillas (PNS), con el propósito de generar un sistema mixto de participación Privado publica paritaria, donde el estado se encarga de la certificación, fiscalización y normativas para de esta forma lograr prestigio de calidad de los servicios, mientras que la producción y comercialización pasa hacer responsabilidad de los productores.

El 25 de junio de 2008, el gobierno boliviano mediante Decreto Supremo 29611 crea el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y forestal (INIAF), como institución descentralizada bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), que tiene como mandato entre otros, presentar servicios de certificación, registros y control de comercio de semillas.

La ley N° 144 de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria del 26 de junio del 2011, en su artículo 21, delega al INIAF como autoridad competente y rectora de los servicios de certificación de semillas.

En la gestión 2013, la presentación de servicios para el sector semillero cumplió 37 años de actividad, cinco años como departamentos de semillas del Ex Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, 27 años como Ex - Programa Nacional de Semillas y cinco años como Dirección Nacional de Semillas dependiente del INIAF.

MDRyT-INIAF, Tarija, mayo 2019, informa que, en el departamento de Tarija, más de 100 productores y técnicos, se capacitaron sobre los beneficios del uso de semilla de calidad, además del empleo de tecnología en la producción de semillas de calidad en lotes de producción de semilla de categoría altas, además es importante mencionar que el centro de semillas del INIAF, tiene almacenados semillas de gramíneas y leguminosas desde la gestión 2017.

Es evidente que la calidad de semillas genera una gran influencia sobre la producción y productividad referente a la economía de todas las especies vegetales. Pues afecta el establecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo y en muchos sistemas modernos de producción. Por lo tanto, semillas de alta calidad producirá de forma consistente una rápida y uniforme emergencia de plántulas robustas y de alta calidad genética.

Una semilla es un ser vivo por lo tanto lo hace sensible al deterioro con consecuencias graves ya sea en el establecimiento, desarrollo y rendimientos del cultivo.

La semilla encierra el potencial genético determinante en aspectos agronómicos y comerciales tales como: rendimiento, adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, calidad, etc.

En cuanto a las semillas debe presentar cuatro cualidades básicas: genética, fisiológica, sanitaria y física la presencia de las cuatro cualidades en su máximo nivel permite que la semilla esté en su máxima calidad integral, la debilidad en cualquiera de ellas introduce un factor limitante y como consecuencia plantas poco productivas.

Es necesario conocer cuáles son las condiciones de almacenamiento y manejo de las semillas que se expenden en la ciudad. Actualmente, no existe un registro acerca de la fecha de recolección (cosecha), almacenamiento, caducidad (fechas de expiración),

rendimientos, presencia de plagas y enfermedades que afectan la calidad de semillas y a los rendimientos.

### **Problema De Investigación**

Se calcula que entre el 25% y el 33% de los cultivos mundiales de cereales, incluidas las semillas, se pierden cada año durante el período de almacenamiento, lo que repercute significativamente en la seguridad alimentaria mundial.

El almacenamiento es la conservación de semillas en condiciones ambientales controladas para mantener la viabilidad de las mismas (la germinación y el vigor) durante largos períodos, desde la cosecha hasta la siembra de las semillas.

Las semillas de gramíneas y leguminosas, son afectadas por mal almacenamiento, debido a que los productores que siembran estos tipos de cultivos, padecen de limitaciones tecnológicas y económicas y obtienen éstas de sus propios cultivos. Se estima que por cada año de almacenamiento la semilla pierde hasta un 20% de su germinación, lo que contribuye a la baja calidad de plántulas lo que se traduce en rendimientos bajos (Pérez et al., 2008). Debido al uso de semillas de baja calidad que continúan usando los pequeños productores.

Los productores de economía campesina, al no tener los recursos económicos suficientes para comprar semillas de alta calidad y certificadas, adquieren semillas de sus siembras anteriores, lo que garantiza una nueva siembra. Las semillas que obtienen de sus cultivos anteriores son almacenadas en condiciones desfavorables y las conservan en diferentes tipos de recipientes, con condiciones ambientales de alta humedad relativa (85% HR) y temperatura ambiental ( $>27^{\circ}\text{C}$ ), factores fluctuantes que influyen negativamente en el porcentaje de germinación, de vigor y de calidad de plántula producida (Araméndiz et-al., 2007).

Sin embargo, muchas veces se piensa que el almacenamiento significa simplemente mantener las semillas en una estructura física de "almacenamiento". Este error de concepto puede llevar a la innecesaria construcción de edificios complejos y costosos.

Es importante tener en cuenta otros factores que contribuyen al mantenimiento de la viabilidad de las semillas.

El principio rector es entender la forma en que la semilla y sus procesos internos biológicos, fisiológicos y bioquímicos funcionan e interactúan con su entorno, y entonces determinar cuándo comienza realmente el almacenamiento de semillas y cuándo termina.

El almacenamiento de las semillas se inicia realmente en el campo, cuando éstas alcanzan la madurez fisiológica, es decir, cuando dejan de recibir la protección plena de la planta madre y están expuestas al ambiente externo en condiciones de humedad, temperatura, presiones bióticas, etc.

Por esta razón, las condiciones ambientales durante la maduración de las semillas hasta su madurez fisiológica y la siembra producen un alto impacto en la viabilidad de las semillas y el potencial de almacenamiento.

### **Planteamiento Del Problema**

Considerando que las semillas son el punto de partida para las producciones agrícolas, la conservación de la calidad fisiológica es muy importante para obtener una buena respuesta a las condiciones de siembra y que produzcan plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento (Doria, 2010) e igualmente los efectos de erosión genética, por la pérdida de variedades. A partir de esto surge la siguiente pregunta:

¿Cuál es la calidad fisiológica de la semilla de gramíneas y leguminosas almacenados por muchos años en el INIAF?

### **Justificación**

El disponer de semillas de calidad para la producción y alimentación es de vital importancia puesto que se garantiza la alimentación y una buena salud de la población.

La obtención de información sobre los efectos del almacenamiento de la semilla sobre el potencial fisiológico, tiene los mismos efectos tanto para pequeños productores

como para los curadores de banco de germoplasma, ya que los efectos de oscilaciones de temperatura y humedad relativa, tienen implicaciones en el deterioro de las semillas, llegando a causar hasta 100% la muerte de las semillas, ya que nuestros productores no usan empaques adecuados y ello, afecta el vigor de dichas semillas e igualmente, en los centros especializados de almacenamiento de semillas, se generan muerte de semillas, baja velocidad de germinación, fallas en la sincronización de la germinación y mayor intervalo entre siembra y germinación, lo que conlleva a bajos rendimientos y a que se pierdan grandes cantidades de semillas por un mal almacenamiento.

El propósito de la presente investigación es conocer en qué estado de calidad se encuentran las semillas, que están almacenadas en las bodegas, y/o laboratorios del INIAF, destinadas a la producción agrícola, tomando en cuenta que una buena semilla dará un cultivo de excelentes condiciones.

Es necesario determinar las condiciones de manejo y almacenamiento de las semillas de gramíneas y leguminosas que se almacenan en las bodegas, y/o laboratorios de la ciudad de Tarija, con el objetivo de conocer si estos son adecuados o no.

El presente trabajo de investigación, tomando en cuenta la importancia de la calidad de la semilla para el desarrollo agrícola, se plantea evaluar la viabilidad y vigor de las semillas de gramíneas y leguminosas almacenadas en los laboratorios del INIAF.

### **Objetivo General**

Evaluar la calidad física, fisiológica y sanitaria de las semillas de maíz, trigo y arveja, almacenadas en los laboratorios del INIAF de Tarija, a través análisis de los indicadores de viabilidad y vigor de las mismas, de manera que permita establecer tiempos adecuados de almacenamiento de las semillas para su uso.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los parámetros de calidad física, fisiológica y sanitaria de las semillas de maíz, trigo y arveja, almacenadas en los laboratorios del INIAF durante las gestiones 2018 – 2022.
- Determinar la viabilidad y el vigor de las semillas de maíz, trigo y arveja, almacenadas en las diferentes gestiones, a través de la prueba de germinación en dos sustratos, de manera que permita establecer el tiempo adecuado de almacenamiento de semillas y mantener la calidad de calidad de la misma.
- Determinar la correlación existente entre los resultados de cada una de las variables dependientes y precisar a través de una regresión lineal los factores que más afectan la germinación.
- 

### **Hipótesis**

Las condiciones físicas, fisiológicas y sanitaria, de las semillas almacenadas en el tiempo afectan negativamente la viabilidad de las mismas.

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO O REVISION BIBLIOGÁFICA

#### **1.1. Origen De La Semilla**

El termino semilla se define como un ovulo maduro fecundado que aumenta de tamaño y sufre modificaciones anatómicas e histológicas, es la etapa final de una planta e inicial de una nueva. la cual es utilizada en la práctica agrícola para sembrar.

La semilla ha sido una de las innovaciones más drásticas en la evolución de las plantas vasculares. La presencia de semilla parece que es que es unos de los factores determinantes de la dominancia de este tipo de plantas en la flora actual; una dominancia que progresivamente ha sido mayor a los largos de los últimos años. la razón es simple: semilla implica supervivencia (Besnier, R.F.1965)

A diferencia de cualquier ser vivo las semillas llevan consigo una serie de atributos que les permite sobrevivir a diferentes medios

#### **1.2. Resistencia O Condiciones Favorables**

Permitiendo sobrevivir a condiciones de sequía, intensa humedad, periodos intensos de frio y surgir cuando las condiciones sean propicias cosa que una planta difícilmente resiste son pequeñas y resiste al daño mecánico

Permiten ser fácilmente distribuidas por todos los medios como son: viento, agua, animales y el hombre mismo, de tal modo que las plantas colonizan nuevas áreas.

#### **1.3. Embrión Y Fuentes De Reserva**

La nueva planta proviene del embrión que se encuentre en reposo, y es activado bajo condiciones de humedad y temperatura adecuados, iniciando su desarrollo y se alimenta de sus fuentes de reserva (cotiledones o endospermo) hasta que la planta es capaz de tomar los alimentos por sí sola. (SANCHEZ M.J SANDOVAL.Y E, 1993)

Se produce en grandes cantidades. Garantizando la supervivencia de un año al siguiente y de un lugar a otro contiene los códigos genéticos de la planta.



Estos aseguran la identidad genética generación tras generación. Y desde un punto de vista mejoramiento genético, son las partes de las cuales se puede recombinar genéticamente entre variedades e incluso entre especies

### **1.3.1.- El Tamaño De La Semilla**

El tamaño de la semilla es un carácter que hay que evaluar con suma prudencia, puesto que varía, según variedades, por ello las comparaciones nunca deben hacerse entre variedades distintas, sino entre partidas de una misma variedad. (Sánchez, m.j, SANDOVAL, Y.E, Avedaño, L. A, N Padilla, G, J, M 1995)

El grano grande posee un embrión mayor que el grano pequeño; el vigor de la plántula nacida de la semilla grande es también mayor que el de la surgida de la semilla pequeña puede ser tan pequeña como una partícula de polvo (algunos pastos) y tan grande que alcance un gran peso como el coco.

El tamaño del grano no es indicio seguro de la conveniencia económica del. empleo de una semilla (Besnier, R. F.1965)

### **1.3.2.-La Forma De La Semilla**

Es tan extensa que aún no se ha clasificado y se atribuye que la forma la toma por la estructura de las flores y el proceso reproductivo, entre las más comunes están: redondas, triangular, linear, oblonga, ovalada, entre otras (Besnier, R. F. 1965)

La forma sólo tiene importancia, dentro de la misma variedad, cuando se emplean sembradoras de precisión que tiene alveolos de tamaño y forma determinados.

### **1.3.3. -Color De La Semilla**

En las semillas de leguminosas, y algunas otras, el color puede dar inicio de la edad de la semilla, puesto que ésta se hace más oscura a medida que envejece. Sin embargo, muchas semillas pierden su germinación sin cambio aparente de su color esto es la cuestión del color de la semilla en lo que respeta a la presentación de su estado.

La semilla que ha madurado mal, que se ha mojado en el campo o se ha humedecido, presenta decoloraciones fácilmente reconocibles en la práctica.

Es factor importante distinguir las decoloraciones que signifiquen alguna anormalidad en las semillas, de los cambios de tono de color de las distintas variedades o de los ocasionados por las peculiares características climáticas de algunas zonas de producción.

Los colores pueden ser tan variados presentándose semillas amarillas, blancas, negras, rojas, predominando los colores negros y café. (Besnir, R, F, 1965)

#### **1.3.4.- Brillo**

En algunos casos, el brillo peculiar de una semilla puede dar cierto indicio sobre su edad; esta característica es poco consistente, ya que sólo puede aplicarse a algunas especies y es fácilmente enmascarable.

#### **1.3.5.-Olor**

La falta de olor intenso en algunas semillas, especialmente en umbelíferas puede ser indicio de vejez. Un factor importante es el olor a humedad, que permite percatar infecciones o contenido excesivo de humedad en partidas recién cosechadas o incluso largo tiempo almacenadas. y permite impedir graves daños y proceder al oportuno secado de la partida (Besnier, R.F. 1965)

### **1.4. Partes De La Semilla**

La semilla consta de embrión, endospermo y epispermo y sus partes se identificarán en lo siguiente.

#### **1.4.1 El Embrión**

Es una plántula en estado embrionario. Cuando las condiciones son favorables (adecuada humedad, calor y oxígeno) se desarrolla dando lugar a una nueva planta. Contiene las siguientes partes.

### **1.4.2.-La Radícula**

Es la parte del embrión que emerge primero. Una vez fuera se convierte en una auténtica raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias.

### **1.4.3. La Plúmula**

Es una yema que se encuentra al lado opuesto de la radícula.

### **1.4.4.- El Hipocótilo**

Es el espacio entre la radícula y la plúmula y se divide a su vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula y el eje epicotíleo, situado por encima de los cotiledones. Se convierte en un tallo. (FAO.1985)

### **1.4.5.-Cotiledones**

Estos adquieren la función de primeras hojas o de reserva alimenticia, (hojas cotiledones) a veces ambas cosas a la vez. De acuerdo al número de cotiledones, se clasifican en: monocotiledóneas (con un solo cotiledón) o dicotiledóneas (con dos cotiledones). En el primer grupo encontramos plantas tan importantes como los cereales, palmeras, lirios, tulipanes y orquídeas. Los miembros del segundo grupo son más numerosos y comprenden la mayoría de las angiospermas. (Besnier.R.F.1989)

### **1.4.6.- Endospermo O Albumen**

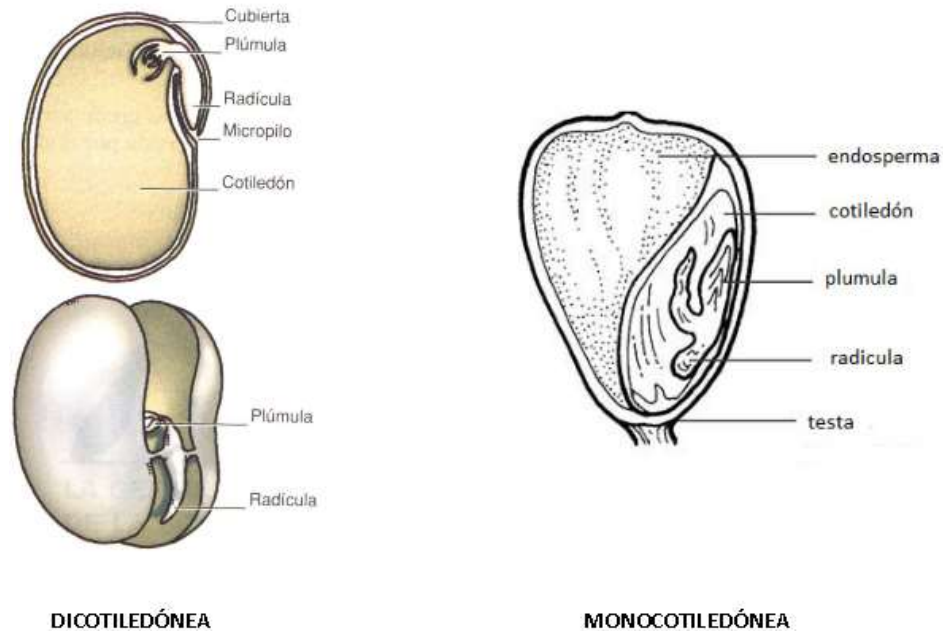
Es la reserva alimentaria contenida en la semilla en las monocotiledóneas está constituida por almidón, conformando casi la totalidad de la semilla. A veces esta reserva se encuentra incluida en los cotiledones, como ocurre siempre en el caso de las dicotiledóneas.

### **1.4.7.-Epispermo**

Es la cubierta exterior, formada por la testa y, en el caso de las angiospermas, con una cubierta suplementaria por debajo de esta, llamada tegmen. La testa a veces es delgada, como ocurre en las semillas protegidas por el endocarpo leñoso, pero a veces, cuando falta esta protección, la testa actúa de defensa contra el mundo exterior además de evitar la pérdida de agua de la semilla. Sobre esta superficie, podemos ver el

micrópilo que es como un pequeño poro, a través del cual se había producido la entrada del tubo polínico en el óvulo y por donde se dirige la radícula en la germinación.

**Figura N°1. Partes De La Semilla**



### 1.5. Estructura Básica De Las Semillas

El fruto es el ovario desarrollado y maduro de la flor, La semilla es el óvulo maduro fecundado que contiene al embrión. Son unidades de diseminación y reproducción sexual de las plantas superiores. Están compuestas de uno o varios embriones, reservas nutritivas y uno o varias Capas protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario, de los tejidos de otras partes de la flor e incluso, de la inflorescencia. (Besnier, R. F. 1965)

### 1.6. Estructura De La Semilla De Trigo

Nombre científico: *Triticum aestivum* L.

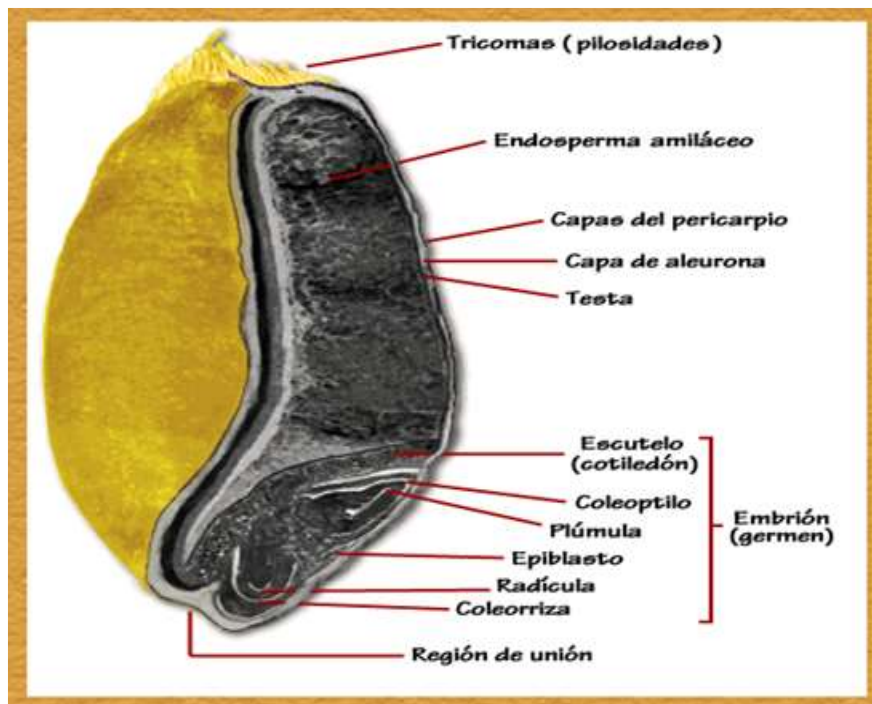
Familia: Poaceae

- **Pericarpio:** es un conjunto de capas delgadas y firmes que forman la pared del ovario desarrollado y maduro, sirviéndole para proteger la semilla de daños externos.
- **Capa de aleurona:** una capa de células ricas en granos de aleurona inmediatamente abajo del pericarpio; células diferenciadas del endospermo. La aleurona que es una sustancia proteica en forma de pequeños granos que se encuentran en la capa externa del endospermo de muchas semillas.

La capa de aleurona contiene reservas lipídicas y proteicas

- **Endospermo:** el tejido nutritivo que se produce en el saco embrionario persiste como tejido de almacenamiento de reserva, que se utiliza para el desarrollo del embrión y de la pequeña plántula durante la germinación.
- El endospermo representa más del 80% del volumen total del grano del trigo.
- **Rádula:** es el extremo del hipocótilo del cual se desarrolla la primera raíz.
- **Coleorriza:** funda que rodea la raíz primaria (radícula), del embrión.
- **Coleóptilo:** parte de un cotiledón en forma de vaina que cubre las hojas jóvenes.

**Figura N°2. Estructura Del Trigo**



### 1.6.1. Estructura De La Semilla De Maíz

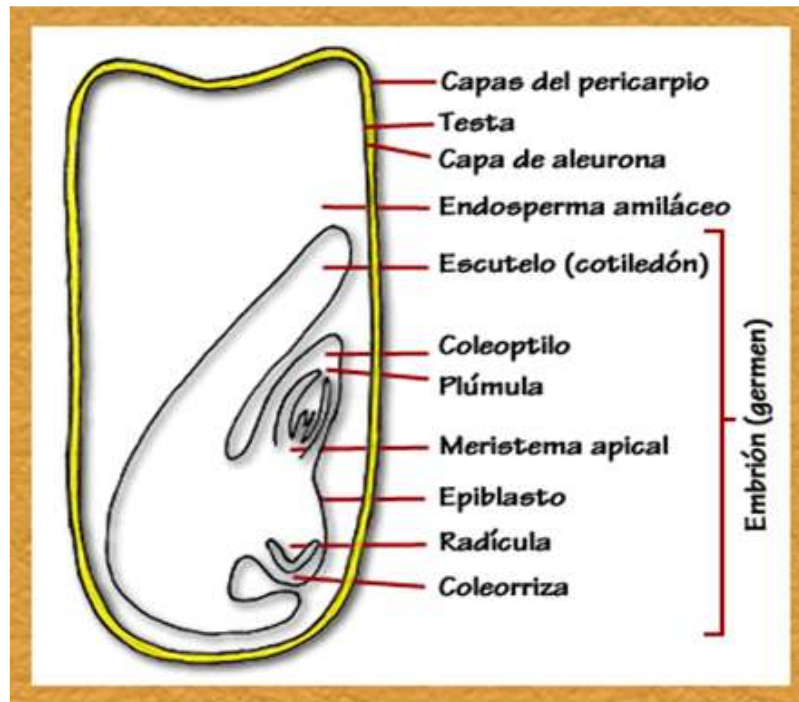
Nombre científico: *Zea mays* L.

Familia: Poaceae

La semilla de maíz está contenida dentro de un fruto denominado cariósipide; la capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla.

Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón (SANCHEZ, R. J SANDOVAL, Y. E 1993)

**Figura N°3. Estructura Del Maíz**



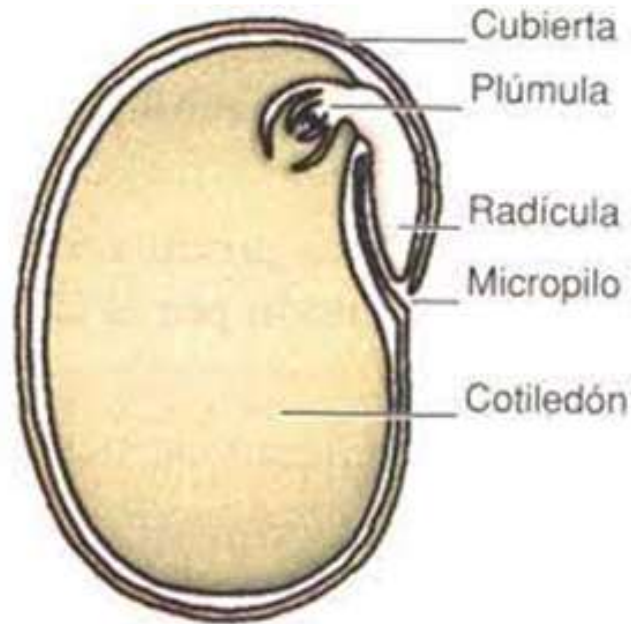
### 1.6.2. Estructura De La Semilla De Arveja

Nombre científico: *Pisum sativum* L.

Familia: Leguminosea

Las semillas pueden presentar una forma globosa o globosa angular y un diámetro de 3 a 5 mm. La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violeta y la superficie puede ser lisa o rugosa.

**Figura N°4. Estructura De La Arveja**



En los cultivares de semilla lisa, aproximadamente un 45% del peso seco de la semilla corresponde a almidón; los cultivares de semilla rugosa, por su parte, presentan un menor contenido de almidón (34%), pero un mayor contenido de azúcares, especialmente de sacarosa. La velocidad de transformación de azúcares en almidón durante la madurez de la semilla, ocurre más lentamente en los cultivares de semilla rugosa; éstos, por lo tanto, presentan una fase más lenta de maduración al estado verde.

La semilla está compuesta por la testa, dos cotiledones y un eje embrionario; este último está formado por la radícula, el hipocótilo, el epicotíleo, la plúmula y las dos brácteas trifidas.

Las semillas van conectadas a la pared interna de la vaina por una estructura llamada funículo, este último, al desprenderse deja una cicatriz que corresponde al hilum. Al lado de éste existe una protuberancia elongada denominada rafe, el cual proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo. Entre el hilum y el rafe existe una pequeña apertura en la testa llamada micropilo, que permite a las semillas embeber agua para su germinación.



Hilum, micrópilo y rafe están ubicados a lo largo de una línea que corresponde al plano de separación de los dos cotiledones. Estos últimos están unidos al eje embrionario justo sobre el hipocótilo, el cual se ubica directamente por encima de la radícula. La porción del eje embrionario sobre este punto de inserción corresponde al epicótilo y al primordio foliar que va curvado e inserto en el ápice del brote o plúmula. (SANCHEZ R. J SANDOVAL, Y.E, 1993)

### **1.7. Tipos De Semillas Y Parámetros De Calidad**

Según, el reglamento general de la ley de semillas, estipula las siguientes definiciones.

([www.ley+general+y+reglamento+semilla+Ecu.pdf](http://www.ley+general+y+reglamento+semilla+Ecu.pdf)).

**Semilla:** todo grano, bulbo, tubérculo y, en general, toda estructura botánica destinada a la reproducción sexual o asexual de una especie.

**Semilla certificada:** corresponde a cultivares que cumplen todos los requisitos de calidad establecidos en el presente reglamento, se origina en semilla registrada y se identifica por un marbete oficial color azul.

**Semilla registrada:** corresponde a cultivares que cumplen todos los requisitos de calidad establecidos en el presente reglamento, se origina en semilla básica y se identifica por un marbete oficial rojo.

**Semilla básica:** corresponde a cultivares que cumplen todos los requisitos de calidad establecidos en el presente reglamento, se origina de semilla genética y se identifica por un marbete oficial blanco

**Semilla genética:** obtenida por el Fito mejorador y que constituye el origen del proceso de certificación de semillas.

**Semilla común:** corresponde a especies, mejoradas o no genéticamente, que no se encuentran registradas y que, para su comercialización, deberá cumplir los requisitos de calidad establecidos en el presente reglamento.

***Semilla pura:*** material conocido de un cultivar predominante en una muestra de trabajo para análisis de calidad.

***Semilla de malezas:*** la de especies que crecen fuera de lugar, cuya presencia se considera nociva para el establecimiento y desarrollo de un cultivo.

***Semilla de otros cultivos:*** aquella de especies cultivables diferente a la de la especie o cultivares objeto del análisis.

***Semilla tratada:*** Es sometida a la aplicación de sustancias o procesos destinados a favorecer la germinación, controlar patógenos, insectos u otros que atacan dicha semilla o las plantas en crecimiento.

### **1.7.1. Calidad De La Semilla**

Se define calidad como un "grado o padrón de excelencia", entonces la calidad de semillas puede ser vista como un padrón de excelencia en ciertos atributos que van a determinar el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén. En la práctica, la expresión "calidad de semillas" es utilizada libremente, para reflejar el valor de la semilla para propósitos específicos; el desempeño de la semilla debe estar a la altura de las expectativas del consumidor ([www.seednews.inf.larevistainternacionaldesemillas.html](http://www.seednews.inf.larevistainternacionaldesemillas.html)).

Al tratar de definir el concepto de calidad en semillas, se podría decir que es un conjunto de cualidades deseables que debe poseer la semilla, que permitan un buen establecimiento del cultivo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad en referencia. Una semilla de alta calidad es un organismo vivo.

- a). Favorece rápido y uniforme establecimiento en el campo (Vigor).
- b). Permite una población adecuada de plantas (Germinación)
- c). Está libre de organismos patógenos (Sanidad)
- d). No tiene contaminantes varietales (Pureza Varietal)
- e). Está exenta de semillas de malezas (Pureza Física)

f). Permite la expresión del potencial genético propio de la variedad.  
([www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc](http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc))

### **1.7.2. Importancia Del Insumo De La Semilla**

Entre las razones por las cuales se da tanto énfasis a la semilla como insumo esencial y estratégico en toda actividad agrícola, se pueden mencionar las siguientes:  
([www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/print\\_artigo66\\_esp.html](http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/print_artigo66_esp.html)).

La semilla es el único insumo indispensable: no se puede prescindir de esta.

A diferencia de la mayoría de los insumos utilizados en la producción agrícola, con la excepción de algunos insumos biológicos tipo plaguicidas e inoculantes, la semilla es un ente vivo por su naturaleza. Esto lo hace sumamente sensible al deterioro con consecuencias significativas en el establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Es el elemento que encierra el potencial genético determinante de aspectos agronómicos y comerciales tales como: rendimiento, adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, calidad, etc.

En muchos casos es el principal vehículo de plagas de importancia económica que pueden afectar los cultivos o bien infestar zonas libres de estas. La utilización de semilla de variedades mejoradas y de alta calidad permite potenciar el aprovechamiento de los demás insumos aplicados.

### **1.7.3. Factores Que Determinan La Calidad De La Semilla**

La calidad de cualquier producto, en un sentido amplio, es el conjunto de características que el consumidor evalúa para decidir si satisface sus expectativas. En el contexto de las semillas la calidad puede subdividirse en cuatro cualidades básicas: genética, fisiológica, sanitaria y física. La presencia de las cuatro cualidades esenciales en su máximo nivel permite que la semilla esté en su máxima calidad integral. Cada una de ellas aporta su capacidad para originar plantas productivas. La debilidad en cualquiera de ellas introduce un factor limitante y como consecuencia plantas pocos productivos.

Por ejemplo, la mejor genética no puede expresar su verdadero potencial si la semilla está fisiológicamente deteriorada mostrando mala germinación. (Edgerton.A.A 1995)

La calidad en semillas comprende muchos atributos entre ellos se incluyen: La germinación, el vigor, la sanidad, la pureza física y varietal. Para una mejor comprensión, la calidad en semillas puede entenderse como la integración de cuatro componentes a saber: genéticos, físicos, fisiológicos y fitosanitarios.

([www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Call\\_semillas.htm](http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Call_semillas.htm)).

#### **1.7.4. Calidad Fisiológica**

Es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales. Por ello el ambiente en que se almacene debe ser seco y fresco. El nivel extremo de envejecimiento es la muerte o pérdida de la capacidad para dar una planta normal y vigorosa. Cuando nos decidimos a sembrar "debemos preguntarle" a la semilla cerca de qué extremo se encuentra: de la máxima vitalidad o de la muerte. Esta pregunta se responde en los laboratorios de análisis de semilla con pruebas específicas de germinación y vigor. Antes de sembrar asegúrese que la semilla esté a la altura de sus exigencias, no pierda tiempo y capital con semillas de mala calidad. Compruebe que la semilla coincida con el rótulo de la bolsa, en su laboratorio de confianza.

([www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal\\_semillas.htm](http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal_semillas.htm)).

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión

aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco (ha acumulado la máxima cantidad de reservas nutritivas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa. El deterioro podría entenderse, como la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales por ende su desempeño hasta su provocar su muerte.

Durante el proceso de deterioro de las semillas el cual, es influenciado por factores genéticos y ambientales, lo primero que se ve afectado es el vigor antes que la germinación. Por ello, cada vez hay más interés de estudiar y conocer mejor los mecanismos bioquímicos relacionados con el vigor, así como, la identificación e implementación de pruebas para su medición.

Como se ha visto, la calidad fisiológica depende de múltiples factores, pudiendo verse afectada en cualquier fase del proceso de producción. Retrasos en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables situación que es común en nuestras condiciones tropicales, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento, el almacenamiento bajo condiciones desfavorables son factores que afectan la calidad fisiológica. Para clarificar mejor la calidad fisiológica y concretamente el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas, a continuación, se citan algunas cualidades directamente relacionadas con este atributo biológico de calidad.

- a). Velocidad de germinación.
- b). Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.

- c). Habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación, con altos contenidos de humedad y con patógenos.
- d). Desarrollo morfológico normal de plántulas.
- e). Potencial de rendimientos de los cultivos.
- f). Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas.

*([www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc](http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc))*

#### **1.7.5. Calidad Sanitaria**

Las actividades de investigación y desarrollo de variedades o híbridos son capaces de incorporar características de resistencia y tolerancia a enfermedades. Estas actividades se deberán complementar en la etapa de producción de semilla utilizando semilla original sana, sanidad de los lotes de producción, rotación de cultivos, aislamiento, tratamiento de la semilla, acondicionamiento y almacenamientos adecuados.

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de inóculo de patógenos de origen viral, bacteria o fungoso e inclusive de nematodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes. La utilización de terrenos nuevos o libres de inóculo, la zonificación, épocas de siembra adecuadas, el entre sacamiento de plantas enfermas, el control fitosanitario y el mismo tratamiento de la semilla se constituyen en prácticas recomendables para la producción de semilla sana.

*([www.seednews.inf.br/espanhol/seed55/print\\_artigo55\\_esp.html](http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed55/print_artigo55_esp.html)).*

#### **1.7.6. Calidad Física**

Se la asocia con el color, brillo, daños mecánicos (fracturas, cuarteos), la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto de la semilla deseable. Estos

contaminantes pueden ser: materiales inertes, semillas de malezas comunes y nocivas, formas reproductivas de plagas y enfermedades. Siendo exigente en la calidad física podemos evitar la diseminación de enfermedades, insectos y malezas, a la hora de sembrar esto nos ayudará a mantener la calidad física de la semilla.

*([www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal\\_semillas.htm](http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal_semillas.htm)).*

Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semilla de malezas, de otros cultivos y materia inerte. Es bien conocido que a través de la semilla se pueden introducir a un país, región o finca diversas malezas, muchas de las cuales son de difícil erradicación. Malezas como los pastos entre otros. no solo provocan un problema de calidad del producto cosechado, sino también, un problema de manejo a nivel de campo con un aumento en los costos de producción, al incrementarse los costos para su combate. Otros atributos físicos en las semillas son el contenido de humedad, el tamaño, la uniformidad y densidad.

*([www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc](http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc)).*

#### **1.7.7. Realización De Los Análisis**

El técnico de semillas evalúa la calidad de una muestra de semillas representativa de un lote en particular, con la finalidad de verificar si cumple con los requisitos de calidad exigidos para su comercialización. Los análisis a determinar son:

- a. Análisis físicos Indica humedad, pureza, determinación de otras especies y mezcla de tipo.
- b. Análisis fisiológicos se basa en la germinación, determinación de la viabilidad y vigor.
- c. Otros análisis se analiza los daños causados por insectos, daños mecánicos, semillas manchadas por microorganismos, semillas pre germinadas y presencia de insectos vivos y/o muertos.

De los análisis anteriormente descritos, los de humedad, pureza, mezcla de tipo y germinación son los análisis que oficialmente se realizan en el laboratorio requerido

para la determinación de calidad y la impresión de las etiquetas de certificación; los demás análisis se realizan a solicitud de las empresas productoras o particulares que lo requieran ([www.s\ManualdelaboratorioparaelanálisisylacertificacióndesemillasMaritzaMárquezrevistadigitalceniaphoyrevistadigital.htm](http://www.s\ManualdelaboratorioparaelanálisisylacertificacióndesemillasMaritzaMárquezrevistadigitalceniaphoyrevistadigital.htm)).

### **1.7.8. Parámetros que definen la calidad**

Los factores que definen la calidad de una semilla son el poder germinativo, el vigor, la pureza físico-botánica y la sanidad.

([www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.do](http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.do)).

- a. Poder germinativo: Expresa la capacidad de la semilla de producir plántulas normales en condiciones favorables (las mejores condiciones de temperatura y humedad).
- b. Vigor es la capacidad de la semilla de producir plántulas que emerjan en forma rápida y uniforme en una amplia gama de condiciones. Las condiciones utilizadas habitualmente son saturación y temperaturas bajas (test de frío) y alta humedad con temperaturas altas (envejecimiento acelerado).
- c. Pureza físico-botánica Está determinada por la presencia de materia inerte, semillas extrañas, semilla dañada, pureza genética y peso de 1000 semillas.
- d. El porcentaje de semillas infectadas por microorganismos, principalmente fúngicos.

### **1.7.9. Deterioro De Las Semillas**

La semilla puede comenzar a deteriorarse antes y/o después de la cosecha. El daño antes de la cosecha dependerá básicamente del genotipo, de lesiones causadas por insectos y de los parámetros climáticos (lluvias y temperaturas) desde estados



reproductivos tempranos hasta la cosecha. Hay factores abióticos y bióticos involucrados capaces de producir daño en la semilla.

Es probable que sea imposible definir, en términos exactos y no ambiguos, deterioro de semillas. De manera práctica, el deterioro de semillas puede ser visto como un complejo de cambios que ocurren con el pasar del tiempo, causando perjuicios a sistemas y funciones vitales, resultando en la disminución en el grado de la capacidad de desempeño de la semilla. El deterioro empieza después que la semilla alcanza la maduración fisiológica y continua hasta perder su capacidad de germinar. La duración del proceso de deterioro es determinada principalmente por la interacción entre herencia genética, su contenido de humedad y la temperatura.

*([www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/print\\_artigo66\\_esp.html](http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/print_artigo66_esp.html))*

### **1.8. Factores Que Afectan La Viabilidad De Las Semillas Durante El Almacenamiento**

La tasa que se pierde esta velocidad de cambio fisiológico o envejecimiento está asociada con la clase o especie de semilla y las condiciones ambientales de almacenamiento en forma especial la temperatura y la humedad relativa. En la práctica, la vida del almacenaje termina cuando la capacidad germinativa empieza a descender, durante el almacenaje se pierde parte de este valor, lenta o rápidamente dependiendo de las condiciones del almacenamiento.

La capacidad germinativa se define como el porcentaje de semillas capaces de germinar y producir plántulas lo suficiente robustas como para establecerse en buenas condiciones en el campo. No hay ninguna medida numérica para este valor de siembra en el campo; es un concepto combinado de capacidad germinativa y vigor de la plántula.

Durante la fase en la que la capacidad germinativa es mantenida en el almacenamiento, tiene lugar algún deterioro que se puede demostrar mediante medidas de respiración, actividad enzimática, lixiviación de solutos y proporción de crecimiento

de la plántula. En la siguiente fase de descenso de la capacidad germinativa, el embrión pierde su capacidad para desarrollarse y muere entonces. (THOMSON 1979)

#### **a). Hongos**

En las regiones templadas, los hongos de los almacenes la mayoría pertenecen a los géneros *Aspergillus* y *Penicilium*, suelen causar severo deterioro estos hongos pueden crecer en cualquier clase de materia orgánica; son universales y sus esporas se transmiten con mucha abundancia por el aire. Las esporas infectan la superficie de las semillas antes, durante y después de la recolección, particularmente si las condiciones atmosféricas húmedas han sido contaminadas.; La cantidad de desarrollo de inóculo depende de las condiciones de almacenaje. (THOMSON 1979)

La proporción de estos hongos aumenta con la temperatura, pudiendo crecer por encima y por debajo de los rangos de temperatura de desarrollo de los insectos esto explica por qué pueden infectar cuando el lote de semillas está demasiado caliente para los insectos, y porque son más dañinos que los insectos fuera de los trópicos. Su principal característica es la capacidad que tiene de crecer en situaciones relativamente secas, incluso en ausencia del agua libre. Estos hongos pueden obtener la humedad que necesitan del vapor de aire el micelio de este hongo crece superficialmente y en las capas más externa de las semillas. (THOMSON 1979)

La pérdida de viabilidad de las semillas está asociada con el desarrollo del hongo, aunque la relación no es del todo directa. Estos hongos no son parásitos y no son capaces de invadir los tejidos vivos. En la primera fase de la infección el crecimiento fúngico se desarrolla en las células muertas de la superficie, en las grietas, y en las partes dañadas de las semillas. Se producen sustancias tóxicas que se difunden en el embrión y perjudican su viabilidad. Subsiguientemente, un crecimiento fúngico vigoroso produce agua y aumenta la temperatura, acelerándose el deterioro fisiológico de la semilla, pudiéndose difundir sustancias solubles al exterior para nutrir al hongo.

Para controlar los hongos de los almacenes lo más importante a tener en cuenta es su necesidad de humedad. Si la humedad del aire de los alrededores es inferior al 65-70% muchos de estos hongos no son capaces de crecer. (THOMSON 1979)

### **b). Contenido De Humedad**

Las semillas de la mayoría de las especies de plántulas deben tener un contenido de humedad bajo para sobrevivir a periodos prolongados de almacenamiento. Un contenido de humedad de 4 a 6% es favorable para almacenar por largo tiempo, aunque es permisible un contenido de humedad algo más elevado si la temperatura se reduce sin embargo si el contenido de humedad de la semilla es demasiado bajo (de 1 a 2%) en algunas especies puede ocurrir pérdida de viabilidad y reducción de la tasa de germinación. Los climas secos favorecen una mayor una mayor longevidad y en las regiones húmedas la vida de la semilla se reduce. (HUDSONT Y HARTMAN 1972)

### **c) Temperatura**

Una temperatura baja invariablemente alarga la vida de las semillas en el almacén y en general puede contrarrestar los efectos adversos de un contenido elevado de humedad. Harrington ha propuesto una regla de que por cada 1% de disminución en humedad de la semilla o por cada reducción de 5.5 °C en la temperatura, pero con humedad relativa elevada, pueden perder rápidamente su viabilidad cuando se cambian a temperaturas más altas. Podríamos pensar que las semillas mueren porque agotan sus reservas nutritivas, pero no es así, sino que conservan la mayor parte de las mismas cuando ya han perdido su capacidad germinativa. Una semilla será más longeva cuanto menos activo sea su metabolismo.

Esto, a su vez, origina una serie de productos tóxicos que al acumularse en las semillas produce a la larga efectos letales para el embrión. Para evitar la acumulación de esas sustancias bastará disminuir aún más su metabolismo, con lo cual habremos incrementado la longevidad de la semilla. Garantizar el metabolismo puede conseguirse bajando la temperatura y/o deshidratando la semilla. Las bajas temperaturas dan lugar a un metabolismo mucho más lento, por lo que las semillas

conservadas en esas condiciones viven más tiempo que las conservadas a temperatura ambiente. La deshidratación, también alarga la vida de las semillas, más que si se conservan con su humedad normal. Pero la desecación tiene unos límites; por debajo del 2%-5% en humedad se ve afectada el agua de constitución de la semilla, siendo perjudicial para la misma.  
([www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema\\_17.htm#Viabilidad](http://www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_17.htm#Viabilidad))

## CAPÍTULO II

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Características Del Área

La presente investigación se realizó en el Departamento de Tarija en los laboratorios de INIAF. Dirección Av., Panamericana km 2.5 ruta a Tomatitas zona las Barrancas.

### 2.2. Ubicación Geográfica

Se encuentra con las coordenadas:

ALTITUD 1854msnm

LATITUD 21°33'20"s

LONGITUD 64°42'5" W

### 2.3. Clima

TEMPERATURA MEDIA ANUAL Varía de 5°c a 25° C rara vez baja menos de 1°C o sube más de 29°C

HUMEDAD RELATIVA Varía entre 0 % y 60%

PRECIPITACIÓN ANUAL 155 mm

### 2.4. Prueba De Germinación Estándar

La prueba de germinación tiene como finalidad determinar la viabilidad de un lote de semillas, la cual se determina a través del por ciento de semillas que tienen la capacidad de generar plántulas normales, bajo condiciones óptimas de luz, agua, aire y temperatura.

La prueba de germinación "estándar entre papel" se desarrolla en condiciones de laboratorio, consiste en evaluar la semilla en condiciones controladas de humedad, temperatura y luz, para determinar el porcentaje de plántulas normales que determinan la capacidad germinativa.

El proceso de germinación está constituido por tres fases: 1) imbibición de agua 2) activación del metabolismo, síntesis de proteínas y carbohidratos y degradación de reservas; 3) desarrollo del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa la emergencia de radícula y posteriormente la plúmula o tallo.

Este bioensayo estuvo compuesto por una muestra de 100 semillas, en 3 repeticiones, en tres bandejas, utilizando dos tipos de sustrato en Papel y en un sustrato de arena.

## **2.5. Materiales**

### **2.5.1. Material Vegetal**

Semillas de gramíneas

- Trigo (*Triticum aestivum L.*), Maíz (*Zea mays L.*)
- Semillas de leguminosas
- Arveja (*Pisum sativum L.*)

### **2.5.2. Material De Laboratorio**

- Fundas
- Homogeneizador
- Balanzas
- Determinador de humedad
- Tablas
- Diafanoscopio
- Marcador
- Identificadores
- Pinzas
- Cámara de germinación

- Agua destilada
- Papel
- Arena de río

### **2.5.3. Materiales De Oficina**

- Computadora
- Hojas de papel
- Lápiz
- Marcador
- Cinta Masquen
- Cámara, otros materiales

## **2.6. Metodología**

### **3.6.1. Diseño Experimental**

El diseño experimental realizado en estudio, es un diseño completamente al azar con un arreglo bifactorial con 6 tratamientos y 3 tres repeticiones, siendo un total de 30 unidades experimentales.

Factores de estudio

Factor 1: especies

Maíz

Trigo

Arveja

Factor 2: sustratos de germinación

Bandeja con papel

Bandeja con arena

Para este trabajo de investigación se utilizó bandejas con arena de río y papel y para cada tratamiento se tomó en cuenta una réplica de tres repeticiones siendo un total de nueve unidades experimentales.

Se realizó un muestreo de cada una de las semillas de gramíneas (Trigo, Maíz) y de leguminosas (Arveja,), para lo cual se utilizó una balanza para pesar y se escogió de diferentes partes de las muestras para luego homogenizar y tener una muestra representativa.

Es importante señalar que las semillas fueron sometidas a un mismo protocolo de desinfección estandarizado y aplicado en el laboratorio de semilla.

### **3.6.2. Identificación De Las Muestras**

Luego del muestreo se procedió a la identificación de cada una de las muestras escogidas, para luego proceder con los tratamientos en el laboratorio.

## **2.7. Análisis Fisiológicos**

### **2.7.1 Análisis De Germinación**

Se realizó un análisis de germinación de las semillas de gramíneas y de leguminosas, para establecer el número máximo de semillas que puedan germinar bajo condiciones óptimas de luz, humedad y temperatura.

### **2.7.2. Análisis De Vigor**

Lo primero que se ve afectado durante el proceso de deterioro es el vigor antes que la germinación. Es por ello que se realizó análisis de vigor de las semillas de gramíneas y leguminosas de las distintas zonas analizadas, para lo cual se utilizó uno de los ensayos directos como es el método de que el factor adverso es la fuerza física necesaria para que las plántulas alcancen la superficie.

La prueba de geminación estándar es el procedimiento más común para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semilla debido a que esta prueba se realizará bajo condiciones óptimas para cada especie en la práctica se demostró como estimar el comportamiento de las semillas de manera que permitió discriminar lotes de semillas



en relación con la rapidez y uniformidad de germinación. En este caso fue necesario evaluar el vigor la definición del vigor es relativamente novedosa en comparación con la germinación, el vigor de la semilla es un parámetro muy importante puesto que permite identificar las diferencias entre la germinación y la emergencia en campo, principalmente cuando las condiciones del campo pueden ocasionar estrés. Dentro de la utilidad práctica de los ensayos de vigor de las semillas.

### **2.7.3. Prueba De La Germinación**

La prueba de germinación tiene la finalidad de determinar la viabilidad de un lote de semillas la cual se determina a través del por ciento de semillas que obtiene la capacidad de generar plántulas normales, bajo condiciones óptimas de luz, agua, aire y temperatura. la prueba de germinación entre papel y arena se realizó en condiciones de laboratorio consistente en evaluar la semilla tratada en condiciones controladas de humedad, temperatura, luz para determinar las plántulas normales que determinan la capacidad germinativa. El proceso de germinación fue constituido en tres fases:

- a). Inhibición de agua
- b). Activación del metabolismo
- b). Desarrollo del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa la emergencia de radícula y posteriormente la plúmula o tallo.

Se desarrolló en una muestra de 100 semillas y se estableció en 3 repeticiones de semillas, en bandejas, en estas pruebas el sustrato (papel y arena de río) provee la humedad que requiere la semilla durante el proceso de germinación, es importante utilizar papel y arena de alta calidad que permita un óptimo desarrollo de la germinación y que los resultados puedan ser reproducibles.

El papel debe cumplir los siguientes requisitos:

- a). El papel utilizado no debe ser toxico para las plántulas en desarrollo.
- b). Debe de absorber y suministrar humedad suficiente para que las semillas germinen.

- c). Debe ser suficientemente fuerte para que no se deshaga mientras se manipula y no lo penetren las raíces de las plántulas en desarrollo.

La arena debe cumplir los siguientes requisitos:

- a). Debe ser de buena calidad para que mantenga la humedad.
- b). Debe absorber suficiente humedad para que la semilla pueda germinar.
- c). No debe tan pesada sino no podrá desarrollarse la semilla y tendrá problemas para su desarrollo.

### **2.8.-Tratamiento Con El Papel**

Pesar el papel toalla preparado (previamente doblado para siembra 6 hojas) en una balanza de precisión, se debe usar los rangos máximos de humedad para semillas de gramíneas y leguminosas.

Calcular:

Papel toalla 82 grs x 3 (veces el peso sustrato para leguminosas y para gramíneas es el 2,5 veces). Para leguminosa nos 246 ml de agua para humedecer el sustrato y para las gramíneas nos da 205 ml de agua para humedecer el sustrato.

Este método es uno de los más adecuados para evaluar la germinación de semilla tratadas. La semilla germina entre dos bases de papel previamente humedecido con agua destilada posteriormente las semillas se organiza en hilera a diferentes espacios dependiendo del tamaño de la semilla, se respeta 6 cm del borde superior dejando un espacio de 2 - 3 cm en los costados. Lo ideal es que las distribuciones de las semillas sean homogéneas a lo largo del papel. Enseguida se cubre las semillas con otra hoja de papel humedecido con agua destilada se enrolla en forma de taco al finalizar son acomodadas aleatoriamente dentro de una botella plástica profunda que fueron colocada dentro de la cámara de germinación estas fueron rotuladas e identificadas. Posteriormente se coloca en una cámara a 25 °C con 50 % de humedad relativa, con 12 horas de oscuridad y 8 horas con luz.

### 2.8.1.-Tratamiento Con Arena

Se pesa 100 grs. De arena, poner en un filtro de papel, tipo colador de café, adicione en seguida una cantidad, previamente determinada de agua (100ml) de agua dejar drenar durante 15 min. la cantidad de agua drenada fue de 70 ml. quedando retenida 30ml de agua en el sustrato arena.

Calculando:

0,1 kg de arena ...30 ml de agua

10,77 kg.....x

$X = 3231 = 3,231/\text{litros.}$

Gramíneas 15%

Leguminosas 20%

3,231 ml de agua.....100%

x.....15%

$x = 484,65 \text{ ml de agua para } 10,77 \text{ kg de arena.}$

Para este procedimiento se prepara la arena en el recipiente donde se realizará el procedimiento una cantidad moderada, posteriormente se humedece con agua destilada hasta que adquiriera una buena humedad, después se pone las semillas a 2 - 2,5 cm de la pared del recipiente, las semillas tienen que tener una distancia adecuada para que tengan un buen desarrollo. Después de poner las semillas se las cubre con una capa ligera de arena se lo vuelve a echar agua destilada y posteriormente se las tapa para que no se evapore la humedad y se lo lleva a la cámara de germinación con una temperatura de 25 °C con 50% de humedad relativa con 12 horas de oscuridad y 8 horas con luz.

## 2.9. Variables A Registrar

**Cuadro N°1. Entre Las Principales Variables A Evaluadas Se Tienen Las Siguietes.**

Características Especificas	Cualidades
enfermedades transmisibles por la semilla	calidad sanitaria
plagas y enfermedades típicas del almacenamiento en bolsa a campo, en silo, etc.	
nivel de madurez alcanzado	calidad fisiológica
poder germinativa, vigor	
peso, humedad, tamaño	calidad física
presencia ausencia de materias extrañas, malezas comunes y nocivas	
uniformidad de formas, tamaño, color, brillo, viscosidad	

### 2.9.1. Evaluación De La Prueba De Germinación Estándar

Se realizó un primer conteo de plántulas que varía de acuerdo a la especie (maíz, trigo y arveja), se evaluaron las plántulas normales (plántulas con raíz y tallo, cada estructura con al menos dos veces el tamaño de la semilla en longitud), como un indicador de vigor de germinación de la semilla y el resultado se expresó en porciento.

Es necesario realizar un conteo final de la germinación a los 7, 8 o 14 días, dependiendo de la especie, para determinar el porcentaje, contando las plántulas normales (PN), anormales (PA) y las semillas sin germinar (SSG). Se determina también la longitud de plúmula (LP) y de la radícula o tallo (LR) en plántulas normales, estos datos se expresan en cm, y se consideran un indicador del vigor. Para finalizar, se toma el peso seco (PS) de todas las plántulas normales, las cuales son colocadas en bolsas de papel estraza con perforaciones, para someterlas a secado en una estufa, con una duración de

24 h a 70 °C. Las normas se establecen procedimientos de germinación y periodos detallados para realizar los conteos de plántulas.

Las plántulas normales son aquellas que desarrollan todas sus estructuras esenciales en condiciones controladas (agua, luz y temperatura), que tienen la capacidad de generar plantas de buen porte.

- a). Sistema radicular bien desarrollado, raíz primaria y raíces seminales.
- b). Hipocótilo con buen desarrollo sin daños en el tejido.
- b). Plúmula con buen crecimiento, con hojas bien desarrolladas.
- c). Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.

### **2.9.2. Determinar La Calidad Fisiológica.**

Para determinar la calidad fisiológica de la plántula, se procedió a registrar la Raíz primaria dañada, sin desarrollo y/o emergencia, con poco vigor sin atravesar la testa de la semilla, con geotropismo negativo, sin raíces secundarias.

- a). Brote (hipocótilo, epicotíleo, mesocótilio) sin desarrollo, ensanchado, torcido o sin emergencia.
- b). Cotiledones y hojas deformes, necróticas o dañadas por infecciones.

El resultado de la prueba de germinación se obtiene como el promedio de las 3 repeticiones y se expresa como porcentaje de plántulas normales. El porcentaje de plántulas anormales y semillas sin germinar se calcula igual, debiendo sumar estas tres variables %.

Técnica para la evaluación de vigor en semillas, es el potencial biológico de esta que favorece el establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones, incluso desfavorables de campo. La semilla presenta el mayor vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica.

La prueba se basa en que las semillas vigorosas son capaces de sintetizar más eficientemente nuevos materiales nutritivos y transferir rápidamente estos nuevos productos al eje embrionario en crecimiento, resultando en acumulaciones de peso seco. Siendo la tasa de crecimiento el estándar que se relaciona con los procesos bioquímicos que intervienen en el vigor. Esto permite correlacionar la tasa decrecimiento con el desarrollo vegetativo en campo, lo que hace posible observar efectos de deterioro rápido, algunos períodos de almacenamiento y diferencias genéticas sobre el vigor.

### **2.9.2. Evaluación De La Sanidad**

Esta prueba se realizó bajo condiciones de laboratorio utilizando arena de río previamente tratada con fungicida para evitar la presencia de hongos. Posteriormente se sembraron 100 semillas de cada lote, previamente tratadas, se distribuyó en 3 repeticiones de 100, a una profundidad de 2.5 cm con una distancia entre semillas de 1.5 cm. para así poder identificar de algún patógeno que podría presentarse.

### **2.9.3. Velocidad De Emergencia (IVE)**

Se determinó a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra, tomando como plántulas emergidas a las que sobre salgan del sustrato. El índice de velocidad de emergencia IVE se calculó mediante la expresión.

$$IVE = \sum_{i=1}^N \frac{x_i \cdot}{N_i}$$

En donde: IVE = índice de velocidad de emergencia;

$X_i$  = Número de plántulas emergidas por día;

$N_i$  = Número de días después de la siembra;

$n$  = Número de conteos.

al término del estudio se pueden obtener el porcentaje total de emergencia (ET), el cual ha consistido en contabilizar cada una de las plántulas emergidas hasta el último día de la evaluación y el resultado se obtiene dividiendo el número total de plántulas emergidas, entre el número total de semillas sembradas y se multiplica por cien.

$$\%E = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plántulas emergidas en el último conteo}}{\text{N}^\circ \text{ de semilla sembrada}} \times 100$$

Para determinar la calidad y el vigor de la semilla de diferentes tiempos que estuvo almacenada.

### **3.10. Análisis De Varianza (Anova)**

Para el análisis de varianza en el diseño de bloques completos al azar, se observa que la fuente de variabilidad se descompone en tres componentes; entre bloques, entre tratamientos y dentro de tratamiento o error experimental. Observe que, en el caso de los grados de libertad sucede algo similar, dado que se descompone en las tres fuentes de variabilidad señalada cuya suma resulta igual a los grados de libertad total.

**Cuadro N° 2. Análisis De Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>C</sub>	F <sub>t</sub>	
					5%	1%
Tratamiento	(t - 1)	$\frac{\sum Y_i^2}{b} - TC$	$\frac{SCt}{t-1}$	$\frac{CMt}{CME}$	*	**
Bloque	(b - 1)	$\frac{\sum Y_j^2}{t} - TC$	$\frac{SCB}{b-1}$	$\frac{CMb}{CME}$		
Factor A: Variedades	(A-1)	$\frac{\sum Y_{\text{Variedades}}^2}{(A-1)} - FC$	$\frac{SC_{\text{Factor A}}}{(A-1)}$	$\frac{CM_{\text{Factor A}}}{CME}$		
Factor B. Tratamientos	(B-1)	$\frac{\sum Y_{\text{Tratamientos}}^2}{(B-1)} - FC$	$\frac{SC_{\text{Factor B}}}{(B-1)}$	$\frac{CM_{\text{Factor B}}}{CME}$		
Interacción A x B	(A-1) (B-1)	$SC_T - SC_{\text{Fac. A}} - SC_{\text{Fac B}}$	$\frac{SC_{A * B}}{(A-1) (B-1)}$	$\frac{CM_{\text{Int A*B}}}{CME}$		
Error	(t-1) (b-1)	$SCT - SCt - SCB$	$\frac{SCE}{(t-1)(b-1)}$			
Total	(bt -1)	$\sum Y_{ij}^2 - TC$				

En más detalle se procedió a calcular los cuadrados medios con la utilización de los siguientes modelos estadísticos.

### 2.10.1. Factor de corrección

$$FC = \frac{\sum_{j=1}^t Y_j^2}{T \times R}$$

### 2.10.2. Suma de cuadrado total

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - TC$$



**2.10.3. Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC_{\text{Tratamiento}} = \frac{\sum Y_i^2}{N^{\circ} R} - TC$$

**2.10.4. Suma de cuadrados de los bloques**

$$SC_{\text{Bloques}} = \frac{\sum Y_j^2}{N^{\circ} T} - TC$$

**2.10.5. Suma de cuadrados del error**

$$SCE = SCT - SC_{\text{Tratamientos}} - SC_{\text{Bloques}}$$

**2.10.6. Sumatoria de cuadrados del factor "A" Variedades**

$$SC_{\text{Factor A Variedades}} = \frac{\sum \bar{Y}_{\text{Variedades}}^2}{R * T} - FC$$

**2.10.7. Sumatoria de cuadrados del factor "B" Fertilizantes Orgánicos**

$$SC_{\text{Factor B Fertilizantes O.}} = \frac{\sum \bar{Y}_{\text{Fertilizantes O.}}^2}{R * V} - FC$$

**2.10.8. Sumatoria de los cuadrados de la interacción "A" x "B"**

$$SC_{\text{Interacción A * B}} = SC_{\text{Tratamiento}} - SC_{\text{Factor A Variedades}} - SC_{\text{Factor B Fertilizantes O.}}$$

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### **3.1. Resultados**

La calidad fisiológica de la semilla abarca la suma de todas las propiedades o características, las cuales determinan el nivel potencial del comportamiento de las semillas y el establecimiento del cultivo. Los componentes de la calidad de la semilla incluyen los aspectos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios (microorganismos e insectos). Sin embargo, los componentes de calidad pueden ser afectados adversariamente durante la producción.

#### **3.2. Análisis Físico De Las Semillas**

Las semillas analizadas fueron las que estuvieron almacenadas en condiciones de laboratorio durante las gestiones 2018 a 2022, las variedades fueron las siguientes:

Maíz.	Variedad: Algarrobal 102	Periodo almacenamiento 2018 a 2022
Trigo.	Variedad: Criollo Yesera	Periodo almacenamiento 2018 a 2022
Arveja.	Variedad: Arvejón Yesera	Periodo almacenamiento 2018 a 2022

**Cuadro N° 3. Peso De 1000 Y 100 Semillas De Las Especies Y Variedades En Estudio.**

<b>Tipo y Variedad de Semilla</b>	<b>Peso de 1000 semillas (gr)</b>	<b>Peso de 100 Semillas (gr)</b>
<b>GRAMINEAS</b>		
<b>Maíz Algarrobal 102</b>	500,12	49,7
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>	50,3	7,1
<b>LEGUMINOSA</b>		
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>	300,3	30,2

Fuente. Elaboración propia

El peso de 1000 semillas de maíz fue de 500,12 gr y el peso de 100 semillas es de 49,7 gr.

Después de la identificación y homogenización de la muestra se procedió a realizar el análisis de pureza de las semillas, para lo cual se analizó una submuestra de 500 gr de cada una de las semillas.

Estas submuestras de 500 gr se procedieron a separar en sus distintos componentes como es, semillas de otras plantas de cultivo, semillas de malezas, semilla dañada, semilla pura materia inerte incluyendo semillas rotas, tierra, piedras entre otros.

### **3.2.1. Purezas De Las Semillas**

La identificación de las semillas de la muestra se realizó a simple vista. Según ([www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s25.htm](http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s25.htm)).

El análisis de pureza tiene por finalidad determinar la composición, en peso, de la muestra que es objeto del ensayo. Para ello se separa la muestra en las partes que la componen. Cuando se efectúa el análisis de pureza, es el primer ensayo que debe realizarse, pues los ensayos ulteriores se efectúan únicamente sobre el componente de semilla pura.

Los componentes de la semilla; como es semilla pura, semilla dañada, semilla de otros cultivos, semilla de maleza, materia inerte incluyendo semilla rota, tierra entre otros, esta semilla, se puso en fundas con las respectivas identificaciones, y en los envases de plástico la semilla pura, para luego pesar cada uno de los componentes en la balanza si es que existieran impurezas, en nuestro caso como son semillas almacenadas en laboratorio estuvieron libre de impurezas o sea 100 % puras, pero si existirán impurezas hay que determinar el porcentaje de semilla pura, semilla de malezas, semilla dañada materia inerte etc.

La semilla de buena calidad debe presentar altos valores (80-90%) de pureza física, por lo cual las semillas analizadas de las gestiones 2018 a 2022 son semillas de buena calidad. Lotes de semillas con pureza física inferior al 50% deben ser evitados, muy especialmente cuando este valor es debido a la presencia de semillas de otras especies. En la Tabla 3 se indica los parámetros de pureza de las semillas. En el caso de semillas con impurezas, se perjudica el funcionamiento de la sembradora dando como consecuencia siembras des uniformes. Otro tanto ocurre cuando se usan semillas mezcladas de distintas variedades y de diferente ciclo ([www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/unaBuenaCosecha.asp](http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/unaBuenaCosecha.asp)).

#### **Cuadro N° 4. Parámetro De Calidad De La Pureza De Las Semillas.**

<b>Calidad</b>	<b>Buena %</b>	<b>Muy Buena %</b>	<b>Excelente %</b>
<b>Pureza</b>	80 - 90	91 - 95	96 -100

Fuente: [www.283.htm](http://www.283.htm)

Al realizar el análisis de pureza de las semillas, se pudo constatar que las semillas tienen excelentes condiciones de manejo en el almacenamiento, ya que no se tienen, semillas dañadas, semillas de malezas, semillas rotas, semillas de otros cultivos, basuras, tierra entre otras cosas.

**Cuadro N°5. Porcentaje De Pureza De Las Semillas Analizadas**

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GRAMINEAS</b>					
<b>Maíz Algarrobal 102</b>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>LEGUMINOSA</b>					
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

En cuanto a la pureza de la semilla, las semillas de gramíneas y leguminosas analizadas tienen un 100 % de pureza, ya que antes de almacenarlas en laboratorio, se realizó la limpieza y selección de las mismas.

### **3.2.2. Porcentajes De Humedad De Las Semillas**

La humedad de las semillas es un factor importante para el almacenamiento de las mismas, deben tener un contenido de humedad bajo para sobrevivir a periodos largos de almacenamiento, incluso al tener porcentajes bajos de humedad incrementan su dureza como para que los insectos no puedan alimentarse de ellas, por tanto, el bajo contenido de humedad es el mejor método de control de plagas.

**Cuadro N° 6. Porcentaje De Humedad Inicial De Las Semillas Analizadas**

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento					Medi a
	2018	2019	2020	2021	2022	
<b>GRAMINEAS</b>						
<b>Maíz Algarrobal 102</b>	8.1	9.3	10.5	11.2	12.7	<b>10.36</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>	8.2	10.3	10.6	11.6	12.2	<b>10.58</b>
<b>LEGUMINOSA</b>						
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>	9.1	9.3	10.6	11.7	12.5	<b>10.64</b>

Fuente: Elaboración propia, con datos de laboratorio

Las semillas de leguminosas (Arveja), presentaron porcentajes de humedad inicial entre el 9.1 % (2018) y 12.5 % (2022), con una media de 10.64 %, lo cual se encuentran en condiciones aptas para el almacenamiento, concordando con procesamiento y análisis de semillas. En el caso del Maíz (Gramínea) presento una humedad inicial entre 8.1.1 (2018) y 12, 7 % (2022), con una media de todas las gestiones de 10,36 %, igualmente presentando las condiciones favorables para su conservación. La semilla de trigo (Gramínea), presenta porcentajes de humedad inicial entre el 8.2 % (2018) y 12.5% (2022), con una media de 10.64 %, lo cual se encuentran en condiciones aptas para el almacenamiento.

### **3.3. Análisis Fisiológicos**

#### **3.3.1. Porcentaje Germinación (Porcentaje)**

Un parámetro que define en gran medida la calidad es el porcentaje de germinación de las semillas, así porcentajes de germinación ideales permite una adecuada población de plantas.

Se hizo un análisis de germinación de las semillas de gramíneas y leguminosas, para establecer el número máximo de semillas que puedan germinar bajo condiciones

óptimas de luz, humedad y temperatura, para lo cual se tomó al azar 100 semillas con tres repeticiones cada una (bandejas), se utilizó como sustrato arena de río y papel, a los que se dio las condiciones óptimas para la germinación, para evitar contaminación por hongos.

Se colocó las 100 semillas en los sustratos, luego se tapó y se aplicó la cantidad adecuada de agua para que las semillas puedan germinar, el laboratorio, estaba debidamente adecuado para las semillas a 22°C y una humedad relativa de 77%, se instaló la prueba de germinación de cada una de las semillas con sus respectivas repeticiones.

El conteo de las semillas germinadas, se realizó diariamente para observar la curva de crecimiento de cada una de las semillas. Mientras duro la prueba se aplicó regularmente el agua para las semillas que lo necesitaban.

El porcentaje promedio de germinación es la mediana de las tres replicas redondeadas al número entero más cercano.

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el porcentaje de germinación de cada una de las semillas de gramíneas y leguminosas.

Con los resultados obtenidos de germinación se procedió a calificar a las semillas como excelente, muy buena, buena y de mala calidad

#### **Cuadro N°7. Calidad De La Semilla**

<b>Calidad</b>	<b>Buena</b>	<b>Muy Buena</b>	<b>Excelente</b>
<b>Germinación</b>	80 – 85	86 – 95	96 – 100

Fuente: (Casini, 1997).

De acuerdo a los registros obtenidos en el presente trabajo de investigación, las semillas de maíz (Algarrobal 102) almacenadas el 2022, bajo condiciones óptimas nos da el mayor porcentaje de germinación, con 100.00 %, en el sustrato de arena en las tres

repeticiones, y en el sustrato 2 (papel), el porcentaje de germinación bajo a 99 %, de igual forma las semillas cosechadas en anteriores gestiones 2020 y 2021, presentan un porcentaje de germinación en el sustrato de arena de 99 y 97 % respectivamente y en papel 97.7 y 98 %; mientras que las semillas cosechadas en la gestión 2018 y 2019. alcanzaron porcentajes de germinación muy bajos (Sustrato arena 2.3 y 11.3 % respectivamente y sustrato papel 2.3 y 8.7 %), lo que nos demuestra que las semillas de maíz son poco longevas, debiendo ser utilizadas lo más rápido, para obtener valores altos de germinación. Resultados coincidentes con los porcentajes encontrados por Gutiérrez (1988). con semillas de maíz híbrido, que se caracteriza por presentar un proceso de germinación bastante rápido, ya que en el término de diez a doce días se observa una plántula con su primera hoja. El período de latencia se rompe en el momento en que se inicia la imbibición. El rápido suministro de agua al embrión favorece la expansión del micrópilo y el hilo, desencadenando los procesos bioquímicos que inician el crecimiento y diferenciación en forma rápida.

Para la toma de datos en el presente trabajo de investigación se han realizado conteos a los 4 y 7 días, donde los porcentajes de germinación calculados muestran que. a los 7 días de realizada la prueba, se tiene valores definitivos para este parámetro, pudiendo estos ser utilizados para determinar otros parámetros como el valor cultural de la semilla.



**Cuadro N°8. Porcentaje De Germinación De Las Semillas De Maíz Variedad Algarrobal 102**

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GRAMINEAS</b>					
<b>Maíz Algarrobal 102</b>					
<b>B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)</b>	4.0	8.0	99.0	100.0	100.0
<b>B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)</b>	0.0	15.0	100.0	96.0	100.0
<b>B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)</b>	3.0	11.0	98.0	95.0	100.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>2.3</b>	<b>11.3</b>	<b>99.0</b>	<b>97.0</b>	<b>100.0</b>
<b>B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)</b>	3.0	9.0	97.0	96.0	100.0
<b>B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)</b>	4.0	8.0	96.0	98.0	97.0
<b>B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)</b>	0.0	9.0	100.0	100.0	100.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>2.3</b>	<b>8.7</b>	<b>97.7</b>	<b>98.0</b>	<b>99.0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

Siguiendo con el análisis de la germinación, similar situación se presentó en las semillas de trigo (Criollo Yesera), de acuerdo a los registros obtenidos las semillas almacenadas el 2021, bajo condiciones óptimas nos da el mayor porcentaje de germinación, con 100.00 %, en el sustrato de arena en las tres repeticiones, y en el sustrato 2 (papel), el porcentaje de germinación bajo a 99 %, de igual forma las semillas cosechadas en las gestiones 2022 y 2020, presentan un porcentaje de germinación en

el sustrato de arena de 99,3 y 95.7 % respectivamente y en papel 97.3 y 93.3 %; las semillas cosechadas en la gestión 2019 presenta un porcentaje de germinación en el sustrato arena de 91.7 y en papel 90 %, mientras que las semillas cosechadas en la gestión 2018, alcanzaron porcentajes de germinación muy bajos (Sustrato arena 17.7 % y sustrato papel 17 %), lo que nos demuestra que las semillas de trigo son poco longevas, debiendo ser utilizadas lo más rápido posible en la siembra.

**Cuadro N° 9. Porcentaje De Germinación De Las Semillas De Trigo Variedad Criollo Yesera**

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>					
<b>B1A1 (Bandeja 1, Sustrato Arena)</b>	18.0	85.0	98.0	100.0	100.0
<b>B2A2 (Bandeja 2, Sustrato Arena)</b>	20.0	92.0	97.0	100.0	100.0
<b>B3A3 (Bandeja 3, Sustrato Arena)</b>	15.0	98.0	92.0	100.0	98.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>17.7</b>	<b>91.7</b>	<b>95.7</b>	<b>100.0</b>	<b>99.3</b>
<b>B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)</b>	20.0	88.0	93.0	99.0	93.0
<b>B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)</b>	13.0	92.0	92.0	98.0	99.0
<b>B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)</b>	18.0	90.0	95.0	100.0	100.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>17.0</b>	<b>90.0</b>	<b>93.3</b>	<b>99.0</b>	<b>97.3</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

Continuando con el análisis de la germinación, las semillas de leguminosas, Arveja (Arvejón Yesera), de acuerdo a los registros obtenidos las semillas almacenadas el 2022 y 2019, bajo condiciones óptimas nos da el mayor porcentaje de germinación, con 99.7 %, en el sustrato de arena en las tres repeticiones, y en el sustrato 2 (papel), el porcentaje de germinación bajo a 96.7 y 98.3 % respectivamente, de igual forma las semillas cosechadas en las gestiones 2021 y 2020, presentan un porcentaje de germinación en el sustrato de arena de 99,3 y 98.0 % respectivamente y en papel 99.7 y 97.7 %; mientras que las semillas cosechadas en la gestión 2018, alcanzaron porcentajes de germinación muy bajos (Sustrato arena 5 % y sustrato papel 15.3 %), lo

que nos demuestra que las semillas de arveja son poco longevas, debiendo ser utilizadas lo más rápido posible en la siembra.

**Cuadro N° 10. Porcentaje De Germinación De Las Semillas De Arveja Variedad Arvejón Yesera**

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>LEGUMINOSA</b>					
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>					
<b>B1A1 (Bandeja 1, Sustrato Arena)</b>	12	100	98	98	100
<b>B2A2 (Bandeja 2, Sustrato Arena)</b>	3	100	96	100	100
<b>B3A3 (Bandeja 3, Sustrato Arena)</b>	0	99	100	100	99
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>5.0</b>	<b>99.7</b>	<b>98.0</b>	<b>99.3</b>	<b>99.7</b>
<b>B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)</b>	25	98	94	100	96
<b>B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)</b>	18	100	99	99	96
<b>B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)</b>	3	97	100	100	98
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>15.3</b>	<b>98.3</b>	<b>97.7</b>	<b>99.7</b>	<b>96.7</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

Los tratamientos utilizados en el presente ensayo fueron arena y papel filtro, registrándose los valores más altos de germinación en los tratamientos cuyo sustrato para germinación es arena de río.

### 3.3.2. Energía Germinativa

La energía germinativa es conocida también como valores de germinación al primer conteo (INTA. 2013).

La determinación de la energía germinativa corresponde al primer conteo realizado a los 4 días de iniciada la prueba de germinación. En el cuadro N° 1. se muestra los primeros resultados, en los que se registran valores de germinación equivalentes a 51% y 68.3 % en los sustratos de arena y 57.3% y 71.3% en el sustrato de papel filtro para la gestión 2022 con el menor tiempo de almacenamiento.

**Cuadro N°11. Energía Germinativa O Valores De Germinación Al Primer Conteo**

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GRAMINEAS</b>					
<b>Maíz Algarrobal 102</b>					
<b>B1A1</b>	1.0	3.0	86.0	61.0	43.0
<b>B2A2</b>	0.0	5.0	59.0	46.0	56.0
<b>B3A3</b>	1.0	7.0	77.0	53.0	52.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>0.7</b>	<b>5.0</b>	<b>74.0</b>	<b>53.3</b>	<b>50.3</b>
<b>B1P1</b>	2.0	2.0	53.0	75.0	47.0
<b>B2P2</b>	1.0	3.0	69.0	48.0	58.0
<b>B3P3</b>	0.0	6.0	81.0	29.0	67.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>1.0</b>	<b>3.7</b>	<b>67.7</b>	<b>50.7</b>	<b>57.3</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>					
<b>B1A1</b>	5.0	54.0	54.0	59.0	53.0
<b>B2A2</b>	8.0	65.0	65.0	74.0	64.0
<b>B3A3</b>	3.0	56.0	76.0	22.0	36.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>5.3</b>	<b>58.3</b>	<b>65.0</b>	<b>51.7</b>	<b>51.0</b>
<b>B1P1</b>	12.0	32.0	37.0	64.0	56.0

<b>B2P2</b>	2.0	63.0	75.0	34.0	78.0
<b>B3P3</b>	15.0	48.0	35.0	86.0	75.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>9.7</b>	<b>47.7</b>	<b>49.0</b>	<b>61.3</b>	<b>69.7</b>
<b>LEGUMINOSA</b>					
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>					
<b>B1A1</b>	7.0	56.0	65.0	56.0	65.0
<b>B2A2</b>	3.0	43.0	33.0	74.0	54.0
<b>B3A3</b>	0.0	47.0	43.0	62.0	86.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>3.3</b>	<b>48.7</b>	<b>47.0</b>	<b>64.0</b>	<b>68.3</b>
<b>B1P1</b>	15.0	54.0	53.0	32.0	75.0
<b>B2P2</b>	10.0	49.0	76.0	54.0	64.0
<b>B3P3</b>	3.0	67.0	47.0	37.0	75.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>9.3</b>	<b>56.7</b>	<b>58.7</b>	<b>41.0</b>	<b>71.3</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

Mientras que para la gestión con mayor tiempo de almacenamiento estos valores son muy bajos, registrándose valores de germinación equivalentes a 0.7% y 5.3 % en los sustratos de arena y 1.0% y 9.7% en el sustrato de papel filtro para la gestión 2018, lo cual nos demuestra que las semillas analizadas son poco longevas las cuales pierden su energía germinativa por el almacenamiento prolongado.

### **3.3.3. Análisis De Varianza (ANOVA) Para La Energía Germinativa A Los 4 Días De Germinación.**

**Cuadro N° 12. Valores Medios Del Porcentaje De Prendimiento De Las Plantas En Campo**

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO	TRATAMIENTO	B1	B2	B3	TRATAMIENTOS	
<b>Maíz</b>	Sustrato Arena	T1=(M1A)	43,00	56,00	52,00	151,00	50,33
	Sustrato Papel	T2=(M2P)	47,00	58,00	67,00	172,00	57,33
<b>Trigo</b>	Sustrato Arena	T3=(T1A)	53,00	64,00	36,00	153,00	51,00
	Sustrato Papel	T4=(T2P)	56,00	78,00	75,00	209,00	69,67
<b>Arveja</b>	Sustrato Arena	T5=(A1A)	65,00	54,00	86,00	205,00	68,33
	Sustrato Papel	T6=(A2P)	75,00	64,00	75,00	214,00	71,33
		<b>SUMA BLOQUES</b>	<b>339,00</b>	<b>374,00</b>	<b>391,00</b>	<b>1104,00</b>	
		<b>MEDIA</b>	<b>56,50</b>	<b>62,33</b>	<b>65,17</b>	<b>61,33</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Cuadro N° 13. Valores Totales Del Porcentaje De Prendimiento Para Los Factores "A" Variedad Y Factor "B" Fertilización Orgánica.**

SUSTRATO/ESPECIES	ESPECIES			SUMA	MEDIA
	MAÍZ	TRIGO	ARVEJA	TOTAL	
SUSTRATO ARENA	151,00	153,00	205,00	<b>509,00</b>	<b>56,56</b>
SUSTRATO PAPEL	172,00	209,00	214,00	<b>595,00</b>	<b>66,11</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>323,00</b>	<b>362,00</b>	<b>419,00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>53,83</b>	<b>60,33</b>	<b>69,83</b>		

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Cuadro N° 14. ANOVA Para El Porcentaje De Prendimiento De Las Plantas En Campo**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADO	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULAD	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	1386.667	277.333	2.06 NS	3.33	5.64
REPLICAS	2	234.33	117.167	0.87 NS	4.10	7.56
FACTOR "A" SUSTRATOS	1	410.89	410.889	3.05 NS	4.96	10.0
FACTOR "B" ESPECIES	2	777.00	388.500	2.88 NS	4.10	7.56
INTERRACCIÓN "A" x "B"	2	198.78	99.389	0.74 NS	4.10	7.56
ERROR	10	1347.000	134.700			
TOTAL	17	2968.00	174.588			

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

#### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$



$$CV = \left( \frac{\sqrt{182.43}}{129.20} \right) * 100 = 10.45 \%$$

El CV = 18.98 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

Prueba de Duncan

No se realizó la prueba de Duncan ya que no existen diferencias significativas, para esta variable.

### Cuadro N° 15. Valores Medios Del Porcentaje De Prendimiento De Las Plantas En Campo

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO	TRATAMIENTO	B1	B2	B3	TRATAMIENTO	
Maíz	Sustrato Arena	T1=(MA1) 2018	1.00	0.00	1.00	2.00	0.67
		T2=(MA2) 2019	3.00	5.00	7.00	15.00	5.00
		T3=(MA3) 2020	86.00	59.00	77.00	222.00	74.00
		T4=(MA4) 2021	61.00	46.00	53.00	160.00	53.33
		T5=(MA5) 2022	43.00	56.00	52.00	151.00	50.33
Trigo	Sustrato Arena	T6=(TA1) 2018	5.00	8.00	3.00	16.00	5.33
		T7=(TA2) 2019	54.00	65.00	56.00	175.00	58.33
		T8=(TA3) 2020	54.00	65.00	76.00	195.00	65.00
		T9=(TA4) 2021	59.00	74.00	22.00	155.00	51.67
		T10=(TA5) 2022	53.00	64.00	36.00	153.00	51.00
Arveja	Sustrato Arena	T11=(AA5) 2018	7.00	3.00	0.00	10.00	3.33
		T12=(AA5) 2019	56.00	43.00	47.00	146.00	48.67
		T13=(AA5) 2020	65.00	33.00	43.00	141.00	47.00
		T14=(AA5) 2021	56.00	74.00	62.00	192.00	64.00
		T15=(AA5) 2022	65.00	54.00	86.00	205.00	68.33
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>668.00</b>	<b>649.00</b>	<b>621.00</b>	<b>1938.00</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>44.53</b>	<b>43.27</b>	<b>41.40</b>		<b>129.20</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Cuadro N° 16. Valores Totales Del Porcentaje De Prendimiento Para Los Factores "A" Variedad Y Factor "B"**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO ARENA	2.00	15.00	222.00	160.00	151.00	<b>550.00</b>	<b>110.00</b>
TRIGO SUSTRATO ARENA	16.00	175.00	195.00	155.00	153.00	<b>694.00</b>	<b>138.80</b>
ARVEJA SUSTRATO ARENA	10.00	146.00	141.00	192.00	205.00	<b>694.00</b>	<b>138.80</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>28.00</b>	<b>336.00</b>	<b>558.00</b>	<b>507.00</b>	<b>509.00</b>	<b>1938.00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>9.33</b>	<b>112.00</b>	<b>186.00</b>	<b>169.00</b>	<b>169.67</b>		<b>129.20</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Cuadro N° 17. ANOVA Para El Porcentaje De Prendimiento De Las Plantas En Campo**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F"	"F" TABULADO	
				CALCULAD	5%	1%
TRATAMIENTOS	14	28016.80	2001.20	10.97***	2.17	3.02
REPLICAS	2	74.53	37.27	0.20 NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	921.60	460.80	2.53 NS	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	21111.69	5277.92	28.93***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	5983.51	854.79	4.69*	2.46	3.59
ERROR	22	4013.47	182.43			
TOTAL	38	32104.80	844.86			

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{134.70}}{61.33} \right) * 100 = 18.98 \%$$

El CV = 18.98 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

### Prueba De Duncan

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan ( $q$ ), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico ( $S_x$ ) y la determinación de los límites de significancia ( $LS$ ), cuyos resultados de comparación se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 18. Determinación De Los Valores De Comparación De DUNCAN**

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$q$	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46
$S_{\bar{x}}$	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51
$LS$	16.16	16.98	17.48	17.87	18.14	18.31	18.47	18.58	18.69	18.80	18.86	18.91	18.97	19.02	19.06

El cuadro N° 18, muestra los valores de las amplitudes mínimas significativas, con las cuales se comparan los valores medios de los porcentajes de prendimiento, los cuales se encuentran ordenados de forma creciente.

**Cuadro N° 19. Prueba De DUNCAN Para Comparación De Medias En El Porcentaje De Prendimiento**

	0.67	3.33	5.00	5.33	47.00	48.67	50.33	51.00	51.67	53.33	58.33	64.00	65.00	68.33	74.00	LS
74.00	73.33	70.67	69.00	68.67	27.00	25.33	23.67	23.00	22.33	20.67	15.67	10.00	9.00	5.67	0.00	19.06
68.33	67.66	65.00	63.33	63.00	21.33	19.66	18.00	17.33	16.66	15.00	10.00	4.33	3.33	0.00		19.02
65.00	64.33	61.67	60.00	59.67	18.00	16.33	14.67	14.00	13.33	11.67	6.67	1.00	0.00			18.97
64.00	63.33	60.67	59.00	58.67	17.00	15.33	13.67	13.00	12.33	10.67	5.67	0.00				18.91
58.33	57.66	55.00	53.33	53.00	11.33	9.66	8.00	7.33	6.66	5.00	0.00					18.86
53.33	52.66	49.33	48.33	48.00	6.33	4.66	3.00	2.33	1.66	0.00						18.80
51.67	51.00	48.34	46.67	46.34	4.67	3.00	1.34	0.67	0.00							18.69
51.00	50.33	47.67	46.00	45.67	4.00	2.33	0.67	0.00								18.58
50.33	49.66	47.00	45.33	45.00	3.33	1.66	0.00									18.47
48.67	48.00	45.34	43.67	43.34	1.67	0.00										18.31
47.00	46.33	43.67	42.00	41.67	0.00											18.14
5.33	4.66	2.00	0.33	0.00												17.87
5.00	4.33	1.67	0.00													17.48
3.33	2.66	0.00														16.98
0.67	0.00															16.16

De acuerdo a la prueba de Duncan en los cuadros N° 21 y 22 se tiene que el porcentaje de prendimiento, el tratamiento T6 (V2FO3 = 98.50%) es superior al tratamiento T1 (V1FO1=94.17), T2 (V1FO2=95.42), mostrando diferencia significativa, de igual forma el T4 (V2FO1=98.17), presenta diferencia significativa a los tratamientos T1 y T2. El tratamiento T5 (V2FO2=98.08), es superior al tratamiento T1 y T2. Finalmente, el T3 (V1FO3=96.88) es superior al T1 mostrando diferencia significativa.

**Cuadro N° 20. Análisis Del Grado De Significación Para El Porcentaje De Prendimiento, Con La Prueba De DUNCAN**

		T1	T11	T2	T6	T13	T12	T5	T10	T9	T4	T7	T14	T8	T15	T3
		0.67	3.33	5.00	5.33	47.00	48.67	50.33	51.00	51.67	53.33	58.33	64.00	65.00	68.33	74.00
T3	74.00	***	***	***	***	***	***	**	**	*	*	NS	NS	NS	NS	0.00
T15	68.33	***	***	***	***	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T8	65.00	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00	
T14	64.00	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00		
T7	58.33	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00			
T4	53.33	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00				
T9	51.67	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	0.00						
T10	51.00	***	***	***	***	NS	NS	NS	0.00							
T5	50.33	***	***	***	***	NS	NS	0.00								
T12	48.67	***	***	***	***	NS	0.00									
T13	47.00	***	***	***	***	0.00										
T6	5.33	NS	NS	NS	0.00											
T2	5.00	NS	NS	0.00												
T11	3.33	NS	0.00													
T1	0.67	0.00														

**Cuadro N°21. Papel**

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO	TRATAMIENTO	B1	B2	B3	TRATAMIENTO	
Maiz	Sustrato Papel	T1=(MA1P)	2.00	1.00	0.00	3.00	1.00
		T2=(MA2P)	2.00	3.00	6.00	11.00	3.67
		T3=(MA3P)	53.00	69.00	81.00	203.00	67.67
		T4=(MA4P)	75.00	48.00	29.00	152.00	50.67
		T5=(MA5P)	47.00	58.00	67.00	172.00	57.33
Trigo	Sustrato Papel	T6=(TA1P)	12.00	2.00	15.00	29.00	9.67
		T7=(TA2P)	32.00	63.00	48.00	143.00	47.67
		T8=(TA3P)	37.00	75.00	35.00	147.00	49.00
		T9=(TA4P)	64.00	34.00	86.00	184.00	61.33
		T10=(TA5P)	56.00	78.00	75.00	209.00	69.67
Arveja	Sustrato Papel	T11=(AA5P)	15.00	10.00	3.00	28.00	9.33
		T12=(AA5P)	54.00	49.00	67.00	170.00	56.67
		T13=(AA5P)	53.00	76.00	47.00	176.00	58.67
		T14=(AA5P)	32.00	54.00	37.00	123.00	41.00
		T15=(AA5P)	75.00	64.00	75.00	214.00	71.33
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>609.00</b>	<b>684.00</b>	<b>671.00</b>	<b>1964.00</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>40.60</b>	<b>45.60</b>	<b>44.73</b>		<b>65.47</b>

**Cuadro N°22. Años De Almacenamientos**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO PAPEL	3.00	11.00	203.00	152.00	172.00	<b>541.00</b>	<b>108.20</b>
TRIGO SUSTRATO PAPEL	29.00	143.00	147.00	184.00	209.00	<b>712.00</b>	<b>142.40</b>
ARVEJA SUSTRATO PAPEL	28.00	170.00	176.00	123.00	214.00	<b>711.00</b>	<b>142.20</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>60.00</b>	<b>324.00</b>	<b>526.00</b>	<b>459.00</b>	<b>595.00</b>	<b>1964.00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>20.00</b>	<b>108.00</b>	<b>175.33</b>	<b>153.00</b>	<b>198.33</b>		<b>130.93</b>

**Cuadro N°23. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULAD	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	28016.80	2001.20	10.97***	2.17	3.02
REPLICAS	2	74.53	37.27	0.20 NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	921.60	460.80	2.53 NS	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	21111.69	5277.92	28.93***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	5983.51	854.79	4.69*	2.46	3.59
ERROR	22	4013.47	182.43			
TOTAL	38	32104.80	844.86			

**C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{261.72}}{65.47} \right) * 100 = 24.71 \%$$

El CV = 24.71 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es Adecuado Para La Variable Experimental Energía Germinativa.

**Prueba De Duncan**

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico (Sx) y la determinación de los límites de



**Cuadro N°26. Prueba De Duncan (Anova)**

		T1	T11	T2	T6	T13	T12	T5	T10	T9	T4	T7	T14	T8	T15	T3
		0.67	3.33	5.00	5.33	47.00	48.67	50.33	51.00	51.67	53.33	58.33	64.00	65.00	68.33	74.00
T3	74.00	***	***	***	***	***	***	**	**	*	*	NS	NS	NS	NS	0.00
T15	68.33	***	***	***	***	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00	
T8	65.00	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00		
T14	64.00	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00			
T7	58.33	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00				
T4	53.33	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	0.00					
T9	51.67	***	***	***	***	NS	NS	NS	NS	0.00						
T10	51.00	***	***	***	***	NS	NS	NS	0.00							
T5	50.33	***	***	***	***	NS	NS	0.00								
T12	48.67	***	***	***	***	NS	0.00									
T13	47.00	***	***	***	***	0.00										
T6	5.33	NS	NS	NS	0.00											
T2	5.00	NS	NS	0.00												
T11	3.33	NS	0.00													
T1	0.67	0.00														

**Cuadro N°27. Análisis De Varianza (ANOVA) Para El Porcentaje De Germinación A Los 7 Días.**

General

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO		TRATAMI	B1	B2	B3	
Maíz	Sustrato Arena	T1=(M1A)	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
	Sustrato Papel	T2=(M2P)	100.00	97.00	100.00	297.00	99.00
Trigo	Sustrato Arena	T3=(T1A)	100.00	100.00	98.00	298.00	99.33
	Sustrato Papel	T4=(T2P)	93.00	99.00	100.00	292.00	97.33
Arveja	Sustrato Arena	T5=(A1A)	100.00	100.00	99.00	299.00	99.67
	Sustrato Papel	T6=(A2P)	96.00	96.00	98.00	290.00	96.67
SUMA BLOQUES			589.00	592.00	595.00	1776.00	
MEDIA			98.17	98.67	99.17	98.67	



**Cuadro N°28. De Especies**

SUSTRATO/ESPECIES	ESPECIES			SUMA TOTAL	MEDIA
	MAÍZ	TRIGO	ARVEJA		
SUSTRATO ARENA	300.00	298.00	299.00	<b>897.00</b>	<b>99.67</b>
SUSTRATO PAPEL	297.00	292.00	290.00	<b>879.00</b>	<b>97.67</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>597.00</b>	<b>590.00</b>	<b>589.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>99.50</b>	<b>98.33</b>	<b>98.17</b>		

**Cuadro N°29. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	27.33	5.47	1.45 NS	3.33	5.64
REPLICAS	2	3.00	1.50	0.40 NS	4.10	7.56
FACTOR "A" SUSTRATOS	1	18.00	18.00	4.78 NS	4.96	10.0
FACTOR "B" ESPECIES	2	6.33	3.17	0.84 NS	4.10	7.56
INTERRACCIÓN "A" x "B"	2	3.00	1.50	0.40 NS	4.10	7.56
ERROR	10	37.667	3.77			
TOTAL	17	68.00	4.00			

**C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{3.77}}{98.67} \right) * 100 = 1.97 \%$$

El CV = 1.97 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

Prueba De Duncan

No se realizó porque no existen diferencias significativas

## Arena

**Cuadro N°30. Prueba De Duncan (Anova)**

TRATAMIENTO		CODIGO TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA TRATAMIENTO	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO		B1	B2	B3		
Maíz	Sustrato Arena	T1=(MA1) 2018	3.00	0.00	3.00	6.00	2.00
		T2=(MA2) 2019	8.00	15.00	11.00	34.00	11.33
		T3=(MA3) 2020	99.00	100.00	98.00	297.00	99.00
		T4=(MA4) 2021	100.00	96.00	95.00	291.00	97.00
		T5=(MA5) 2022	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
Trigo	Sustrato Arena	T6=(TA1) 2018	18.00	20.00	15.00	53.00	17.67
		T7=(TA2) 2019	85.00	92.00	98.00	275.00	91.67
		T8=(TA3) 2020	98.00	97.00	92.00	287.00	95.67
		T9=(TA4) 2021	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
		T10=(TA5) 2022	100.00	100.00	98.00	298.00	99.33
Arveja	Sustrato Arena	T11=(AA5) 2018	12.00	3.00	0.00	15.00	5.00
		T12=(AA5) 2019	100.00	100.00	99.00	299.00	99.67
		T13=(AA5) 2020	98.00	96.00	100.00	294.00	98.00
		T14=(AA5) 2021	98.00	100.00	100.00	298.00	99.33
		T15=(AA5) 2022	100.00	100.00	99.00	299.00	99.67
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>1119.00</b>	<b>1119.00</b>	<b>1108.00</b>	<b>3346.00</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>74.60</b>	<b>74.60</b>	<b>73.87</b>		<b>60.84</b>

**Cuadro N°31. Años De Almacenamiento**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO ARENA	6.00	34.00	297.00	291.00	300.00	<b>928.00</b>	<b>185.60</b>
TRIGO SUSTRATO ARENA	53.00	275.00	287.00	300.00	298.00	<b>1213.00</b>	<b>242.60</b>
ARVEJA SUSTRATO ARENA	15.00	299.00	294.00	298.00	299.00	<b>1205.00</b>	<b>241.00</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>74.00</b>	<b>608.00</b>	<b>878.00</b>	<b>889.00</b>	<b>897.00</b>	<b>3346.00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>24.67</b>	<b>202.67</b>	<b>292.67</b>	<b>296.33</b>	<b>299.00</b>		<b>223.07</b>

**Cuadro N°32. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	70524.98	5037.50	439.86 ***	2.17	3.02
REPLICAS	2	5.38	2.69	0.23 NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	3511.51	1755.76	153.31 ***	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	55756.76	13939.19	1217.13 ***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	11256.71	1608.10	140.41 ***	2.46	3.59
ERROR	22	251.96	11.45			
TOTAL	38	70782.31	1862.69			

**C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{11.45}}{60.84} \right) * 100 = 5.56 \%$$

**El CV = 1.97 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental energía germinativa.**

## Prueba de Duncan

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico (Sx) y la determinación de los límites de significancia (LS), cuyos resultados de comparación se presentan en el siguiente cuadro.



**Cuadro N°35. Prueba De Duncan (Anova)**

		T1	T11	T2	T6	T7	T8	T4	T13	T3	T14	T10	T15	T12	T9	T5
		2.00	5.00	11.33	17.67	91.67	95.67	97.00	98.00	99.00	99.33	99.33	99.67	99.67	100.00	100.00
T5	100.00	***	***	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T9	100.00	***	***	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00	
T12	99.67	***	***	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00		
T15	99.67	***	***	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00			
T10	99.33	***	***	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	0.00				
T14	99.33	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	0.00					
T3	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	0.00						
T13	98.00	***	***	***	***	*	NS	NS	0.00							
T4	97.00	***	***	***	***	*	NS	0.00								
T8	95.67	***	***	***	***	NS	0.00									
T7	91.67	***	***	***	***	0.00										
T6	17.67	*	**	*	0.00											
T2	11.33	*	*	0.00												
T11	5.00	NS	0.00													
T1	2.00	0.00														

**Cuadro N°36. Tratamiento Con Papel**

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO	TRATAMIENTO	B1	B2	B3	TRATAMIENTO	
Maiz	Sustrato Papel	T1=(MA1P)	3.00	4.00	0.00	7.00	2.33
		T2=(MA2P)	9.00	8.00	9.00	26.00	8.67
		T3=(MA3P)	97.00	96.00	100.00	293.00	97.67
		T4=(MA4P)	96.00	98.00	100.00	294.00	98.00
		T5=(MA5P)	100.00	97.00	100.00	297.00	99.00
Trigo	Sustrato Papel	T6=(TA1P)	12.00	13.00	18.00	43.00	14.33
		T7=(TA2P)	88.00	92.00	90.00	270.00	90.00
		T8=(TA3P)	93.00	92.00	95.00	280.00	93.33
		T9=(TA4P)	99.00	98.00	100.00	297.00	99.00
		T10=(TA5P)	93.00	99.00	100.00	292.00	97.33
Arveja	Sustrato Papel	T11=(AA5P)	25.00	18.00	3.00	46.00	15.33
		T12=(AA5P)	98.00	100.00	97.00	295.00	98.33
		T13=(AA5P)	94.00	99.00	100.00	293.00	97.67
		T14=(AA5P)	100.00	99.00	100.00	299.00	99.67
		T15=(AA5P)	96.00	96.00	98.00	290.00	96.67
SUMA BLOQUES			1103.00	1109.00	1110.00	3322.00	
MEDIA			73.53	73.93	74.00		73.82

**Cuadro N°37. Años Almacenados**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO PAPEL	7.00	26.00	293.00	294.00	297.00	<b>917.00</b>	<b>183.40</b>
TRIGO SUSTRATO PAPEL	43.00	270.00	280.00	297.00	292.00	<b>1182.00</b>	<b>236.40</b>
ARVEJA SUSTRATO PAPEL	46.00	295.00	293.00	299.00	290.00	<b>1223.00</b>	<b>244.60</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>96.00</b>	<b>591.00</b>	<b>866.00</b>	<b>890.00</b>	<b>879.00</b>	<b>3322.00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>32.00</b>	<b>197.00</b>	<b>288.67</b>	<b>296.67</b>	<b>293.00</b>		<b>221.47</b>

**Cuadro N°38. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	66873.24	4776.66	279.92***	2.17	3.02
REPLICAS	2	1.91	0.96	0.06NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	3678.71	1839.36	107.79***	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	51784.13	12946.03	758.65***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	11410.40	1630.06	95.52***	2.46	3.59
ERROR	22	375.42	17.06			
TOTAL	38	67250.58	1769.75			

**C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{17.06}}{73.82} \right) * 100 = 5.60 \%$$

El CV = 1.97 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

**Prueba De Duncan**

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de



**Cuadro N°40. Prueba De Duncan (Anova)**

		T1	T2	T6	T11	T8	T15	T10	T13	T3	T4	T12	T9	T5	T14
		2.33	8.67	14.33	15.33	90.00	93.33	96.67	97.33	97.67	98.00	98.33	99.00	99.00	99.67
T14	99.67	***	***	***	***	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T5	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T9	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00	
T12	98.33	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00		
T4	98.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	0.00				
T3	97.67	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	0.00					
T13	97.67	***	***	***	***	*	NS	NS	0.00						
T10	97.33	***	***	***	***	*	NS	0.00							
T15	96.67	***	***	***	***	NS	0.00								
T8	93.33	***	***	***	***	0.00									
T7	90.00	***	***	***	***										
T11	15.33	*	*	NS	0.00										
T6	14.33	*	*	0.00											
T2	8.67	*	0.00												
T1	2.33	0.00													

### 3.3.4. Análisis De Vigor

Lo primero que se ve afectado durante el proceso de almacenamiento de la semilla es el vigor antes que la germinación. Es por ello que se realizó el análisis de vigor de las semillas de gramíneas y leguminosas de las distintas gestiones almacenadas, para lo cual se utilizó uno de los ensayos directos como es el método de germinación en arena, en el que el factor adverso es la fuerza física necesaria para que las plántulas alcancen la superficie.

En este sentido se registraron diferentes factores o variables, como ser: La Elongación del embrión, tamaño de las raíces, tamaño del brote, número de hojas verdaderas y tamaño de las plantas al finalizar el experimento.

En este sentido el Vigor es.

$$VI = \Sigma (EE + TR + TBR + TPL + NHV)$$



Donde:

VI = Vigor

EE = Elongación del Embrión

TR = Tamaño de la raíz

TBR = Tamaño del Brote

TPL = Tamaño de la Planta

THV = Tamaño de las hojas verdaderas

Este valor se compara con los parámetros de calidad de la semilla propuesto por Casini en 1997, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

**Cuadro N°41. Parámetros De Calidad De La Semilla**

Calidad	Buena	Muy Buena	Excelente
<b>Vigor</b>	70 – 75	76 - 80	81 -85
<b>Pureza</b>	98	98	98
<b>Malezas</b>	Libre	Libre	Libre
<b>Patógenos (Hongos)</b>	Libre	Libre	Libre

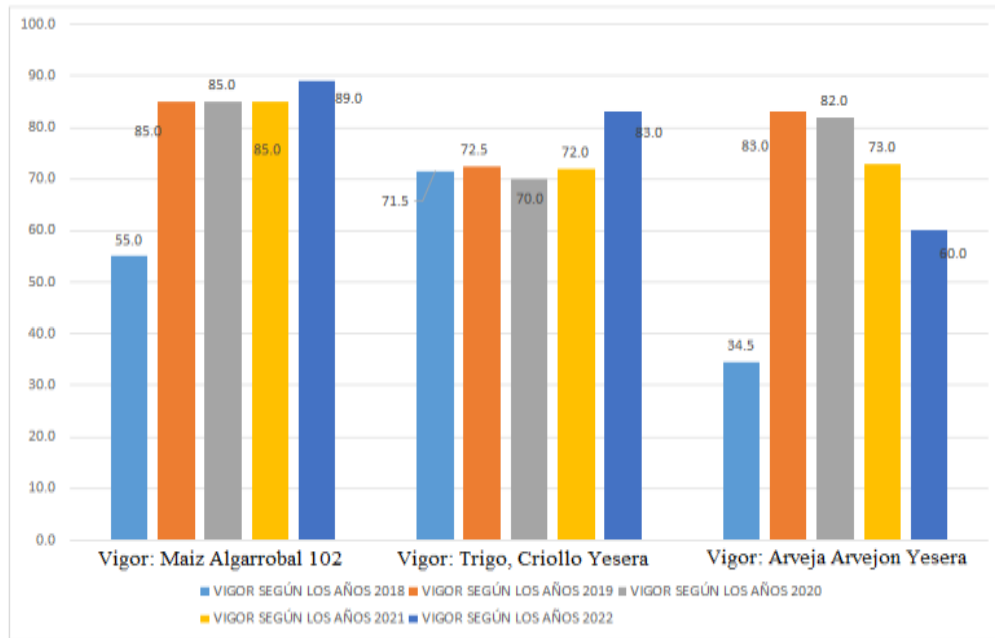
Fuente: (Casini, 1997).

**Cuadro N° 42. Vigor De Las Semillas Evaluadas En El Sustrato De Arena, A Través De Parámetros Fisiológicos**

ESPECIES DE CULTIVOS/SUSTRATO ARENA	VIGOR SEGÚN LOS AÑOS					MEDIA DE TODOS LOS AÑOS
	2018	2019	2020	2021	2022	
<b>GRAMINEAS</b>						
<b>Maíz Algarrobal 102</b>						
B1A1	27.5	28.0	27.5	30.0	29.0	<b>28.4</b>
B2A2	0.0	30.0	27.0	28.0	31.0	<b>23.2</b>
B3A3	27.5	27.0	30.5	27.0	29.0	<b>28.2</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>55.0</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>89.0</b>	<b>79.8</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>						
B1A1	28.5	25.0	27.5	21.5	28.0	<b>26.1</b>
B2A2	21.0	25.5	19.0	25.5	28.0	<b>23.8</b>
B3A3	22.0	22.0	23.5	25.0	27.0	<b>23.9</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>71.5</b>	<b>72.5</b>	<b>70.0</b>	<b>72.0</b>	<b>83.0</b>	<b>73.8</b>
<b>LEGUMINOSA</b>						
<b>Arveja Variedad: Arveón Yesera</b>						
B1A1	16.0	26.0	24.5	29.5	23.0	<b>23.8</b>
B2A2	14.5	29.0	26.5	22.5	17.0	<b>21.9</b>
B3A3	4.0	28.0	31.0	21.0	20.0	<b>20.8</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>34.5</b>	<b>83.0</b>	<b>82.0</b>	<b>73.0</b>	<b>60.0</b>	<b>66.5</b>

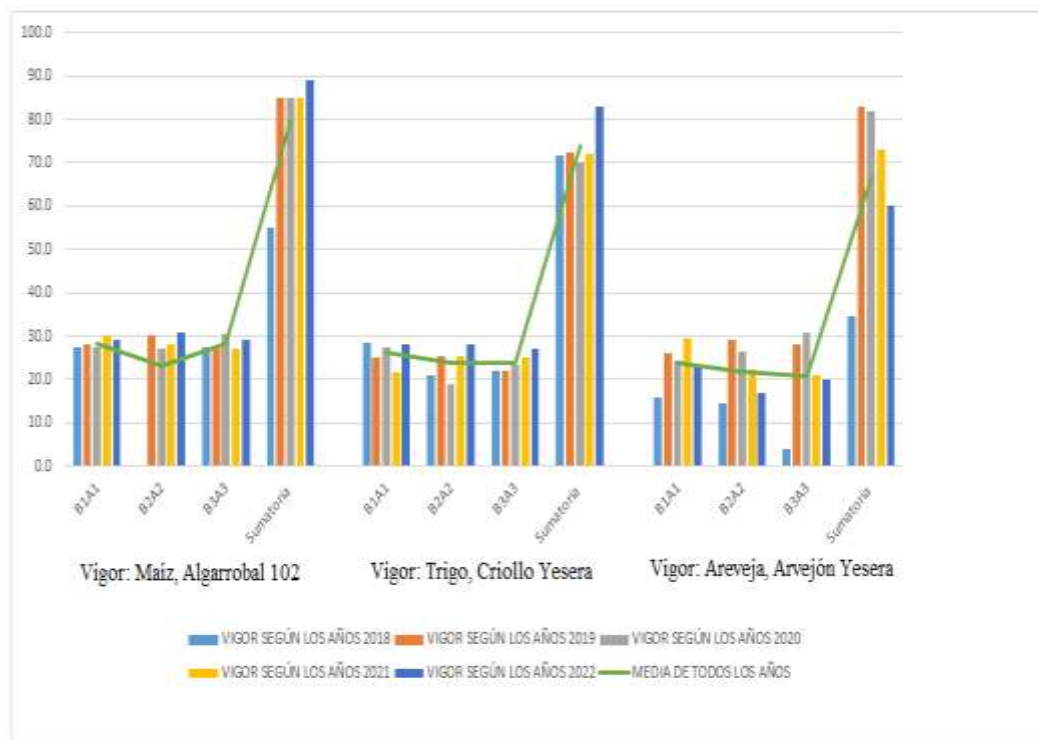
Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Figura N°5: Representación Del Vigor De Las Diferentes Especies**



Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Figura N° 6. Representación del vigor de las diferentes especies estudiadas según los años, los sustratos y repeticiones correspondientes**



Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

**Cuadro N°43. Vigor De Las Semillas Evaluadas En Ambos Tipos De Sustratos A Través De Parámetros Fisiológicos**

ESPECIES DE CULTIVOS Y RESPUESTA A LOS SUSTRATOS	VIGOR SEGÚN LOS AÑOS					MEDIA DE TODOS LOS AÑOS
	2018	2019	2020	2021	2022	
<b>GRAMINEAS</b>						
<b>Maíz Algarrobal 102</b>						
B1A1	27.5	28.0	27.5	30.0	29.0	<b>28.4</b>
B2A2	0.0	30.0	27.0	28.0	31.0	<b>23.2</b>
B3A3	27.5	27.0	30.5	27.0	29.0	<b>28.2</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>55.0</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>89.0</b>	<b>79.8</b>
B1P1	13.0	17.5	18.0	18.0	25.0	<b>18.3</b>
B2P2	16.5	20.0	17.5	20.0	26.0	<b>20.0</b>
B3P3	0.0	20.0	20.0	20.0	21.5	<b>16.3</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>29.5</b>	<b>57.5</b>	<b>55.5</b>	<b>58.0</b>	<b>72.5</b>	<b>54.6</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>						
B1A1	28.5	25.0	27.5	21.5	28.0	<b>26.1</b>
B2A2	21.0	25.5	19.0	25.5	28.0	<b>23.8</b>
B3A3	22.0	22.0	23.5	25.0	27.0	<b>23.9</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>71.5</b>	<b>72.5</b>	<b>70.0</b>	<b>72.0</b>	<b>83.0</b>	<b>73.8</b>
B1P1	17.0	17.0	16.0	17.0	24.0	<b>18.2</b>
B2P2	17.0	23.0	20.0	21.0	18.0	<b>19.8</b>
B3P3	18.5	17.0	19.0	19.0	23.0	<b>19.3</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>52.5</b>	<b>57.0</b>	<b>55.0</b>	<b>57.0</b>	<b>65.0</b>	<b>57.3</b>
<b>LEGUMINOSA</b>						
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>						
B1A1	16.0	26.0	24.5	29.5	23.0	<b>23.8</b>
B2A2	14.5	29.0	26.5	22.5	17.0	<b>21.9</b>
B3A3	4.0	28.0	31.0	21.0	20.0	<b>20.8</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>34.5</b>	<b>83.0</b>	<b>82.0</b>	<b>73.0</b>	<b>60.0</b>	<b>66.5</b>
B1P1	8.0	12.0	7.0	7.0	7.0	<b>8.2</b>
B2P2	7.5	11.0	7.0	7.0	7.0	<b>7.9</b>
B3P3	8.0	12.5	7.0	7.0	7.0	<b>8.3</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>23.5</b>	<b>35.5</b>	<b>21.0</b>	<b>21.0</b>	<b>21.0</b>	<b>24.4</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio

**Cuadro N° 44. Determinación del vigor de las semillas evaluadas en ambos tipos de sustratos a través de los diferentes parámetros fisiológicos**

Especie de Semillas/ Sustratos	VIGOR DE LA SEMILLA PARA CADA AÑO DE ALMACENAMIENTO																													
	GRAMINEAS																													
	EE	TR	TBR	TPL	THV	SUMATORIA	EE	TR	TBR	TPL	THV	SUMATORIA	EE	TR	TBR	TPL	THV	SUMATORIA	EE	TR	TBR	TPL	THV	SUMATORIA	EE	TR	TBR	TPL	THV	SUMATORIA
Maíz Algarrobal 102	2018					2019					2020					2021					2022									
B1A1	3.0	10.0	4.0	8.5	2.0	27.5	5.0	7.0	4.0	10.0	2.0	28.0	4.0	8.0	2.5	10.0	3.0	27.5	4.0	9.0	3.0	11.0	3.0	30.0	4.0	7.0	5.0	10.0	3.0	29.0
B2A2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	12.0	5.0	6.0	2.0	30.0	4.0	7.0	2.0	11.0	3.0	27.0	4.0	10.0	4.0	7.0	3.0	28.0	4.0	9.0	6.0	9.0	3.0	31.0
B3A3	3.0	11.0	2.5	9.0	2.0	27.5	5.0	9.0	5.5	5.5	2.0	27.0	4.0	9.0	3.0	11.5	3.0	30.5	4.0	5.0	2.0	13.0	3.0	27.0	4.0	8.0	4.0	10.0	3.0	29.0
<b>Suma sustrato Arena</b>	<b>6.0</b>	<b>21.0</b>	<b>6.5</b>	<b>17.5</b>	<b>4.0</b>	<b>55.0</b>	<b>15.0</b>	<b>28.0</b>	<b>14.5</b>	<b>21.5</b>	<b>6.0</b>	<b>85.0</b>	<b>12.0</b>	<b>24.0</b>	<b>7.5</b>	<b>32.5</b>	<b>9.0</b>	<b>85.0</b>	<b>12.0</b>	<b>24.0</b>	<b>9.0</b>	<b>31.0</b>	<b>9.0</b>	<b>85.0</b>	<b>12.0</b>	<b>24.0</b>	<b>15.0</b>	<b>29.0</b>	<b>9.0</b>	<b>89.0</b>
B1P1	3.0	3.0	1.0	5.0	1.0	13.0	4.0	4.0	1.5	6.0	2.0	17.5	4.0	3.0	2.0	7.0	2.0	18.0	4.0	3.0	1.0	8.0	2.0	18.0	3.0	7.0	5.0	8.0	2.0	25.0
B2P2	3.0	4.5	1.5	6.5	1.0	16.5	5.0	4.0	2.0	8.0	1.0	20.0	4.0	3.0	1.5	7.0	2.0	17.5	4.0	5.0	2.0	7.0	2.0	20.0	3.0	8.0	4.0	9.0	2.0	26.0
B3P3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	2.5	5.5	1.0	20.0	4.0	5.0	2.0	7.0	2.0	20.0	4.0	4.0	4.0	6.0	2.0	20.0	3.0	4.5	6.0	6.0	2.0	21.5
<b>Suma sustrato Papel</b>	<b>6.0</b>	<b>7.5</b>	<b>2.5</b>	<b>11.5</b>	<b>2.0</b>	<b>29.5</b>	<b>14.0</b>	<b>14.0</b>	<b>6.0</b>	<b>19.5</b>	<b>4.0</b>	<b>57.5</b>	<b>12.0</b>	<b>11.0</b>	<b>5.5</b>	<b>21.0</b>	<b>6.0</b>	<b>55.5</b>	<b>12.0</b>	<b>12.0</b>	<b>7.0</b>	<b>21.0</b>	<b>6.0</b>	<b>58.0</b>	<b>9.0</b>	<b>19.5</b>	<b>15.0</b>	<b>23.0</b>	<b>6.0</b>	<b>72.5</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>																														
B1A1	4.0	9.0	5.5	9.0	1.0	28.5	4.0	5.0	5.0	9.0	2.0	25.0	3.0	7.0	4.0	11.5	2.0	27.5	4.0	3.5	3.0	9.0	2.0	21.5	4.0	7.0	6.0	9.0	2.0	28.0
B2A2	4.0	6.0	3.0	7.0	1.0	21.0	4.0	3.5	4.0	12.0	2.0	25.5	3.0	4.0	2.0	8.0	2.0	19.0	4.0	2.5	5.0	12.0	2.0	25.5	4.0	8.0	4.0	10.0	2.0	28.0
B3A3	4.0	7.0	3.0	7.0	1.0	22.0	4.0	6.0	2.0	8.0	2.0	22.0	3.0	5.5	3.0	10.0	2.0	23.5	4.0	4.0	4.0	11.0	2.0	25.0	4.0	9.0	3.0	9.0	2.0	27.0
<b>Suma sustrato Arena</b>	<b>12.0</b>	<b>22.0</b>	<b>11.5</b>	<b>23.0</b>	<b>3.0</b>	<b>71.5</b>	<b>12.0</b>	<b>14.5</b>	<b>11.0</b>	<b>29.0</b>	<b>6.0</b>	<b>72.5</b>	<b>9.0</b>	<b>16.5</b>	<b>9.0</b>	<b>29.5</b>	<b>6.0</b>	<b>70.0</b>	<b>12.0</b>	<b>10.0</b>	<b>12.0</b>	<b>32.0</b>	<b>6.0</b>	<b>72.0</b>	<b>12.0</b>	<b>24.0</b>	<b>13.0</b>	<b>28.0</b>	<b>6.0</b>	<b>83.0</b>
B1P1	5.0	3.0	3.0	5.0	1.0	17.0	6.0	3.0	2.0	5.0	1.0	17.0	4.0	3.0	2.0	6.0	1.0	16.0	4.0	3.0	3.0	5.0	2.0	17.0	4.0	5.0	3.0	10.0	2.0	24.0
B2P2	5.0	4.0	2.0	5.0	1.0	17.0	6.0	2.0	5.0	9.0	1.0	23.0	4.0	6.0	2.0	7.0	1.0	20.0	4.0	2.0	6.0	7.0	2.0	21.0	4.0	3.0	2.0	8.0	1.0	18.0
B3P3	5.0	4.0	4.0	4.5	1.0	18.5	6.0	2.0	1.0	7.0	1.0	17.0	4.0	2.0	3.0	9.0	1.0	19.0	4.0	2.0	3.0	8.0	2.0	19.0	4.0	4.0	5.0	9.0	1.0	23.0
<b>Suma sustrato Papel</b>	<b>15.0</b>	<b>11.0</b>	<b>9.0</b>	<b>14.5</b>	<b>3.0</b>	<b>52.5</b>	<b>18.0</b>	<b>7.0</b>	<b>8.0</b>	<b>21.0</b>	<b>3.0</b>	<b>57.0</b>	<b>12.0</b>	<b>11.0</b>	<b>7.0</b>	<b>22.0</b>	<b>3.0</b>	<b>55.0</b>	<b>12.0</b>	<b>7.0</b>	<b>12.0</b>	<b>20.0</b>	<b>6.0</b>	<b>57.0</b>	<b>12.0</b>	<b>12.0</b>	<b>10.0</b>	<b>27.0</b>	<b>4.0</b>	<b>65.0</b>
<b>LEGUMINOSA</b>																														
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>																														
B1A1	3	2	2	5	4	16.0	3	2	8	10	3	26.0	5	3	5	7.5	4	24.5	4	5	8	9.5	3	29.5	4	5	3	8	3	23.0
B2A2	3	2.5	1	6	2	14.5	3	4	9	10	3	29.0	5	6	6	4.5	5	26.5	4	3.5	6	5	4	22.5	4	3.5	1.5	6	2	17.0
B3A3	0	4	0	0	0	4.0	3	6	7	8	4	28.0	5	7	5	10	4	31.0	4	3	4	7	3	21.0	4	3	2	8	3	20.0
<b>Suma sustrato Arena</b>	<b>6.0</b>	<b>8.5</b>	<b>3.0</b>	<b>11.0</b>	<b>6.0</b>	<b>34.5</b>	<b>9.0</b>	<b>12.0</b>	<b>24.0</b>	<b>28.0</b>	<b>10.0</b>	<b>83.0</b>	<b>15.0</b>	<b>16.0</b>	<b>16.0</b>	<b>22.0</b>	<b>13.0</b>	<b>82.0</b>	<b>12.0</b>	<b>11.5</b>	<b>18.0</b>	<b>21.5</b>	<b>10.0</b>	<b>73.0</b>	<b>12.0</b>	<b>11.5</b>	<b>6.5</b>	<b>22.0</b>	<b>8.0</b>	<b>60.0</b>
B1P1	5	0	1	2	0	8.0	4	0	6	2	0	12.0	4	0	1	2	0	7.0	4	0	1	2	0	7.0	4	0	1	2	0	7.0
B2P2	5	0	1	1.5	0	7.5	4	0	5	2	0	11.0	4	0	1	2	0	7.0	4	0	1	2	0	7.0	4	0	1	2	0	7.0
B3P3	5	0	1	2	0	8.0	4	0	6.5	2	0	12.5	4	0	1	2	0	7.0	4	0	1	2	0	7.0	4	0	1	2	0	7.0
<b>Suma sustrato Papel</b>	<b>15.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>5.5</b>	<b>0.0</b>	<b>23.5</b>	<b>12.0</b>	<b>0.0</b>	<b>17.5</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>35.5</b>	<b>12.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>21.0</b>	<b>12.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>21.0</b>	<b>12.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>21.0</b>

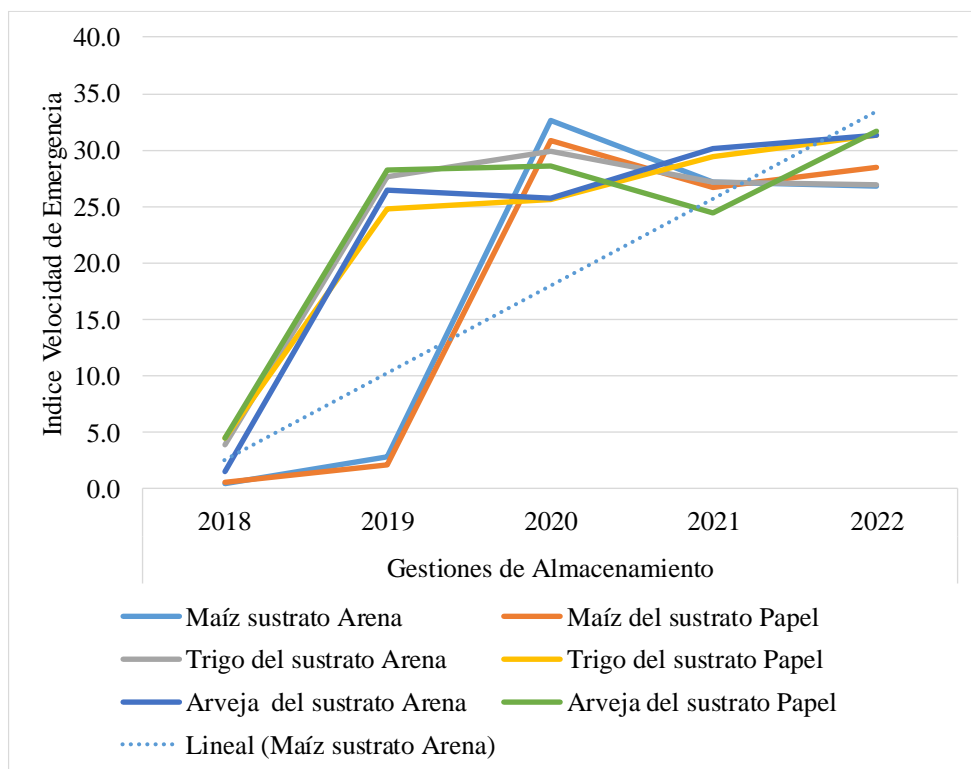
Fuente: Elaboración propia con datos del estudio 3.3.5. ÍNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA (IVE)

Cuadro N°45. Índice Velocidad De Emergencia

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GRAMINEAS</b>					
<b>Maíz Algarrobal 102</b>					
B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)	0.7	1.9	35.6	29.5	25.0
B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)	0.0	3.4	29.0	25.2	28.3
B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)	0.7	3.3	33.3	26.8	27.3
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>0.5</b>	<b>2.9</b>	<b>32.6</b>	<b>27.2</b>	<b>26.9</b>
B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)	0.9	1.8	27.1	32.5	26.0
B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)	0.8	1.9	31.0	26.0	28.4
B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)	0.0	2.8	34.5	21.5	31.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>0.6</b>	<b>2.2</b>	<b>30.9</b>	<b>26.7</b>	<b>28.5</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>					
B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)	3.8	25.6	27.5	29.0	27.5
B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)	4.9	29.4	30.1	32.8	30.3
B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)	2.9	28.0	32.1	19.8	23.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>3.9</b>	<b>27.7</b>	<b>29.9</b>	<b>27.2</b>	<b>26.9</b>
B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)	4.7	20.6	22.5	30.1	27.3
B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)	2.4	28.9	31.9	22.5	33.6
B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)	6.3	24.9	22.3	35.8	33.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>4.5</b>	<b>24.8</b>	<b>25.6</b>	<b>29.5</b>	<b>31.3</b>
<b>LEGUMINOSA</b>					
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>					
B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)	3.5	28.3	30.3	28.0	30.5
B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)	1.2	25.0	22.0	32.8	27.8
B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)	0.0	25.9	25.0	29.8	35.6
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>1.5</b>	<b>26.4</b>	<b>25.8</b>	<b>30.2</b>	<b>31.3</b>
B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)	7.3	27.5	26.7	22.3	32.5
B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)	5.1	26.5	33.1	27.6	29.7
B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)	1.2	30.6	26.0	23.5	32.8
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>4.5</b>	<b>28.2</b>	<b>28.6</b>	<b>24.5</b>	<b>31.6</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

Figura N° 7: Índice Velocidad De Emergencia



Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.



### 3.3.6. Análisis De Varianza (ANOVA) Para El Índice De Velocidad De Emergencia

**Cuadro N°46. Sustrato Arena**

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO	TRATAMIENTO	B1	B2	B3	TRATAMIENTOS	
Maíz	Sustrato Arena	T1=(MA1) 2018	0.68	0.00	0.68	1.36	0.45
		T2=(MA2) 2019	1.89	3.39	3.32	8.61	2.87
		T3=(MA3) 2020	35.64	29.04	33.25	97.93	32.64
		T4=(MA4) 2021	29.54	25.21	26.82	81.57	27.19
		T5=(MA5) 2022	25.04	28.29	27.29	80.61	26.87
Trigo	Sustrato Arena	T6=(TA1) 2018	3.82	4.86	2.89	11.57	3.86
		T7=(TA2) 2019	25.64	29.39	28.00	83.04	27.68
		T8=(TA3) 2020	27.50	30.11	32.14	89.75	29.92
		T9=(TA4) 2021	29.04	32.79	19.79	81.61	27.20
		T10=(TA5) 2022	27.54	30.29	23.00	80.82	26.94
Arveja	Sustrato Arena	T11=(AA5) 2018	3.46	1.18	0.00	4.64	1.55
		T12=(AA5) 2019	28.29	25.04	25.89	79.21	26.40
		T13=(AA5) 2020	30.25	21.96	25.04	77.25	25.75
		T14=(AA5) 2021	28.00	32.79	29.79	90.57	30.19
		T15=(AA5) 2022	30.54	27.79	35.64	93.96	31.32
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>326.86</b>	<b>322.11</b>	<b>313.54</b>	<b>962.50</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>21.79</b>	<b>21.47</b>	<b>20.90</b>		<b>17.50</b>

**Cuadro N°47. Años De Almacenamiento**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO ARENA	1.36	8.61	97.93	81.57	80.61	<b>270.07</b>	<b>54.01</b>
TRIGO SUSTRATO ARENA	11.57	83.04	89.75	81.61	80.82	<b>346.79</b>	<b>69.36</b>
ARVEJA SUSTRATO ARENA	4.64	79.21	77.25	90.57	93.96	<b>345.64</b>	<b>69.13</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>17.57</b>	<b>170.86</b>	<b>264.93</b>	<b>253.75</b>	<b>255.39</b>	<b>962.50</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>5.86</b>	<b>56.95</b>	<b>88.31</b>	<b>84.58</b>	<b>85.13</b>		<b>64.17</b>

### Cuadro N°48. Fuente De Variación

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	6209.71	443.55	37.51***	2.17	3.02
REPLICAS	2	6.08	3.04	0.26NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	257.72	128.86	10.90**	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	4891.27	1222.82	103.41***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	1060.73	151.53	12.81**	2.46	3.59
ERROR	22	260.15	11.83			
TOTAL	38	6475.94	170.42			

### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{11.83}}{17.50} \right) * 100 = 19.65 \%$$

El CV = 19.65 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

### Prueba De Duncan

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico (Sx) y la determinación de los límites de significancia (LS), cuyos resultados de comparación se presentan en el siguiente cuadro.

### Cuadro N°49. Prueba De Duncan (Anova)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>q</b>	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46
<b>S<sub>x</sub></b>	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.38
<b>LS</b>	4.11	4.32	4.45	4.55	4.62	4.66	4.70	4.73	4.76	4.79	4.80	4.82	4.83	4.84	4.78



**Cuadro N°52. Sustrato Papel Filtro**

TRATAMIENTO		CODIGO TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA TRATAMIENTO	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO		B1	B2	B3		
Maiz	Sustrato Papel	T1=(MA1P)	0.93	0.82	0.00	1.75	0.58
		T2=(MA2P)	1.79	1.89	2.79	6.46	2.15
		T3=(MA3P)	27.11	30.96	34.54	92.61	30.87
		T4=(MA4P)	32.46	26.00	21.54	80.00	26.67
		T5=(MA5P)	26.04	28.36	31.04	85.43	28.48
Trigo	Sustrato Papel	T6=(TA1P)	4.71	2.36	6.32	13.39	4.46
		T7=(TA2P)	20.57	28.89	24.86	74.32	24.77
		T8=(TA3P)	22.54	31.89	22.32	76.75	25.58
		T9=(TA4P)	30.14	22.50	35.79	88.43	29.48
		T10=(TA5P)	27.29	33.64	33.04	93.96	31.32
Arveja	Sustrato Papel	T11=(AA5P)	7.32	5.07	1.18	13.57	4.52
		T12=(AA5P)	27.50	26.54	30.61	84.64	28.21
		T13=(AA5P)	26.68	33.14	26.04	85.86	28.62
		T14=(AA5P)	22.29	27.64	23.54	73.46	24.49
		T15=(AA5P)	32.46	29.71	32.75	94.93	31.64
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>309.82</b>	<b>329.43</b>	<b>326.32</b>	<b>965.57</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>20.65</b>	<b>21.96</b>	<b>21.75</b>		<b>21.46</b>

**Cuadro N°53. Años De Almacenamiento**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO PAPEL	1.75	6.46	92.61	80.00	85.43	<b>266.25</b>	<b>53.25</b>
TRIGO SUSTRATO PAPEL	13.39	74.32	76.75	88.43	93.96	<b>346.86</b>	<b>69.37</b>
ARVEJA SUSTRATO PAPEL	13.57	84.64	85.86	73.46	94.93	<b>352.46</b>	<b>70.49</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>28.71</b>	<b>165.43</b>	<b>255.21</b>	<b>241.89</b>	<b>274.32</b>	<b>965.57</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>9.57</b>	<b>55.14</b>	<b>85.07</b>	<b>80.63</b>	<b>91.44</b>		<b>64.37</b>

**Cuadro N°54. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULAD	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	5844.92	417.49	23.96***	2.17	3.02
REPLICAS	2	14.81	7.40	0.42NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	310.26	155.13	8.90*	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	4513.80	1128.45	64.77***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	1020.85	145.84	8.37*	2.46	3.59
ERROR	22	383.29	17.42			
TOTAL	38	6243.01	164.29			

### Cuadro N°55. Fuente De Variación

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	6209.71	443.55	37.51***	2.17	3.02
REPLICAS	2	6.08	3.04	0.26NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	257.72	128.86	10.90**	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	4891.27	1222.82	103.41***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	1060.73	151.53	12.81**	2.46	3.59
ERROR	22	260.15	11.83			
TOTAL	38	6475.94	170.42			

### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{17.42}}{21.26} \right) * 100 = 19.45 \%$$

El CV = 19.45 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

### Prueba De Duncan

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico (Sx) y la determinación de los límites de significancia (LS), cuyos resultados de comparación se presentan en el siguiente cuadro.



Cuadro N°58. Prueba De Duncan (Anova)

		T1	T2	T6	T11	T8	T15	T10	T13	T3	T4	T12	T9	T5	T14
		2.33	8.67	14.33	15.33	90.00	93.33	96.67	97.33	97.67	98.00	98.33	99.00	99.00	99.67
T14	99.67	***	***	***	***	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T5	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T9	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00		
T12	98.33	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	0.00			
T4	98.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	0.00				
T3	97.67	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	0.00					
T13	97.67	***	***	***	***	*	NS	NS	0.00						
T10	97.33	***	***	***	***	*	NS	0.00							
T15	96.67	***	***	***	***	NS	0.00								
T8	93.33	***	***	***	***	0.00									
T7	90.00	***	***	***	***										
T11	15.33	*	*	NS	0.00										
T6	14.33	*	*	0.00											
T2	8.67	*	0.00												
T1	2.33	0.00													

## 3.3.7. Porcentaje Total de Emergencia

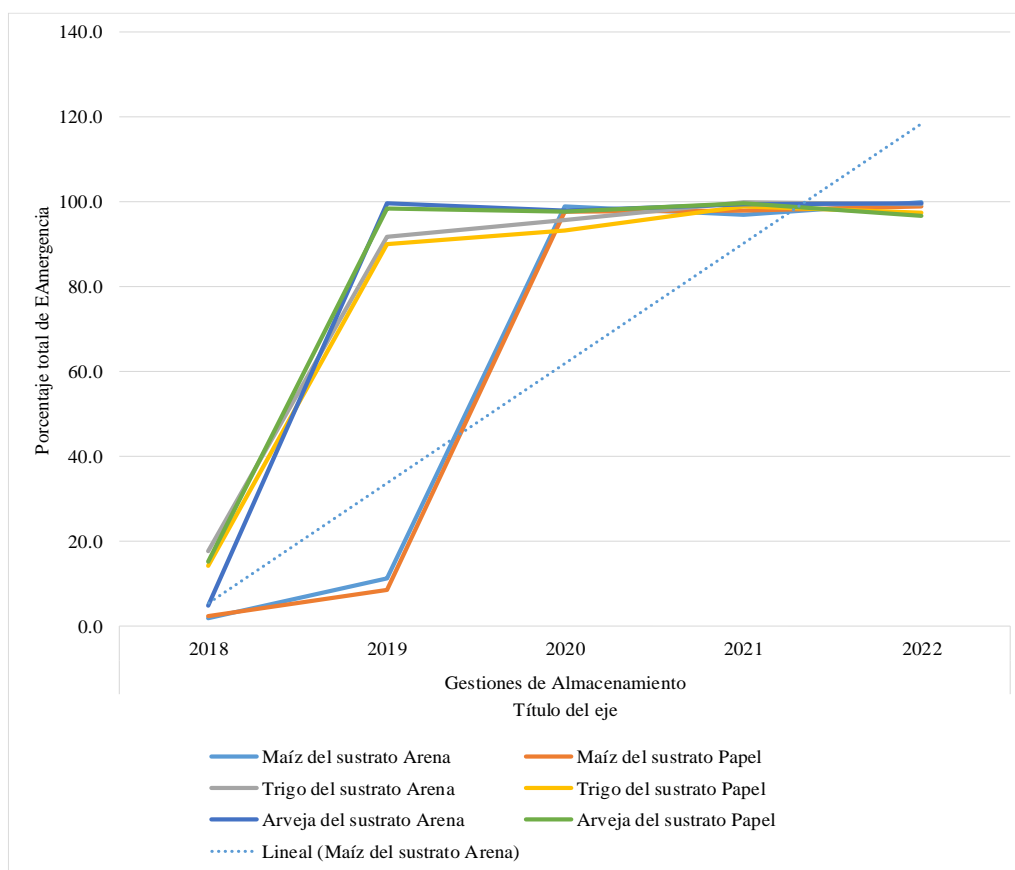
Cuadro N° 59. Porcentaje Total De Emergencia Según Las Gestiones De Almacenamiento

Tipo y Variedad de Semilla	Gestiones de Almacenamiento				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GRAMINEAS</b>					
<b>Maíz Algarrobal 102</b>					
B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)	3.0	8.0	99.0	100.0	100.0
B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)	0.0	15.0	100.0	96.0	100.0
B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)	3.0	11.0	98.0	95.0	100.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>2.0</b>	<b>11.3</b>	<b>99.0</b>	<b>97.0</b>	<b>100.0</b>
B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)	3.0	9.0	97.0	96.0	100.0
B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)	4.0	8.0	96.0	98.0	97.0
B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)	0.0	9.0	100.0	100.0	100.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>2.3</b>	<b>8.7</b>	<b>97.7</b>	<b>98.0</b>	<b>99.0</b>
<b>Trigo Variedad: Criollo Yesera</b>					
B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)	18.0	85.0	98.0	100.0	100.0
B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)	20.0	92.0	97.0	100.0	100.0

B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)	15.0	98.0	92.0	100.0	98.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>17.7</b>	<b>91.7</b>	<b>95.7</b>	<b>100.0</b>	<b>99.3</b>
B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)	12.0	88.0	93.0	99.0	93.0
B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)	13.0	92.0	92.0	98.0	99.0
B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)	18.0	90.0	95.0	100.0	100.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>14.3</b>	<b>90.0</b>	<b>93.3</b>	<b>99.0</b>	<b>97.3</b>
<b>LEGUMINOSA</b>					
<b>Arveja Variedad: Arvejón Yesera</b>					
B1A (Bandeja 1, Sustrato Arena)	12.0	100.0	98.0	98.0	100.0
B2A (Bandeja 2, Sustrato Arena)	3.0	100.0	96.0	100.0	100.0
B3A (Bandeja 3, Sustrato Arena)	0.0	99.0	100.0	100.0	99.0
<b>Media del sustrato Arena</b>	<b>5.0</b>	<b>99.7</b>	<b>98.0</b>	<b>99.3</b>	<b>99.7</b>
B1P (Bandeja 1, Sustrato Papel)	25.0	98.0	94.0	100.0	96.0
B2P (Bandeja 2, Sustrato Papel)	18.0	100.0	99.0	99.0	96.0
B3P (Bandeja 3, Sustrato Papel)	3.0	97.0	100.0	100.0	98.0
<b>Media del sustrato Papel</b>	<b>15.3</b>	<b>98.3</b>	<b>97.7</b>	<b>99.7</b>	<b>96.7</b>



**Figura N°8. Porcentaje Total De Emergencia A Los 7 Días**



Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

### 3.3.8. Análisis De Varianza (ANOVA) Para El Porcentaje Total De Emergencia

**Cuadro N°60. Sustrato Con Arena**

TRATAMIENTO		CODIGO	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO	TRATAMIENTO	B1	B2	B3	TRATAMIENTOS	
Maíz	Sustrato Arena	T1=(MA1) 2018	3.00	0.00	3.00	6.00	2.00
		T2=(MA2) 2019	8.00	15.00	11.00	34.00	11.33
		T3=(MA3) 2020	99.00	100.00	98.00	297.00	99.00
		T4=(MA4) 2021	100.00	96.00	95.00	291.00	97.00
		T5=(MA5) 2022	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
Trigo	Sustrato Arena	T6=(TA1) 2018	18.00	20.00	15.00	53.00	17.67
		T7=(TA2) 2019	85.00	92.00	98.00	275.00	91.67
		T8=(TA3) 2020	98.00	97.00	92.00	287.00	95.67
		T9=(TA4) 2021	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
		T10=(TA5) 2022	100.00	100.00	98.00	298.00	99.33
Arveja	Sustrato Arena	T11=(AA5) 2018	12.00	3.00	0.00	15.00	5.00
		T12=(AA5) 2019	100.00	100.00	99.00	299.00	99.67
		T13=(AA5) 2020	98.00	96.00	100.00	294.00	98.00
		T14=(AA5) 2021	98.00	100.00	100.00	298.00	99.33
		T15=(AA5) 2022	100.00	100.00	99.00	299.00	99.67
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>1119.00</b>	<b>1119.00</b>	<b>1108.00</b>	<b>3346.00</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>74.60</b>	<b>74.60</b>	<b>73.87</b>		<b>60.84</b>

**Cuadro N°61. Años De Almacenamiento**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO ARENA	6.00	34.00	297.00	291.00	300.00	<b>928.00</b>	<b>185.60</b>
TRIGO SUSTRATO ARENA	53.00	275.00	287.00	300.00	298.00	<b>1213.00</b>	<b>242.60</b>
ARVEJA SUSTRATO ARENA	15.00	299.00	294.00	298.00	299.00	<b>1205.00</b>	<b>241.00</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>74.00</b>	<b>608.00</b>	<b>878.00</b>	<b>889.00</b>	<b>897.00</b>	<b>3346.00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>24.67</b>	<b>202.67</b>	<b>292.67</b>	<b>296.33</b>	<b>299.00</b>		<b>223.07</b>

**Cuadro N° 62. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULAD	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	70524.98	5037.50	439.86***	2.17	3.02
REPLICAS	2	5.38	2.69	0.23NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	3511.51	1755.76	153.31***	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	55756.76	13939.19	1217.13***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	11256.71	1608.10	140.41***	2.46	3.59
ERROR	22	251.96	11.45			
TOTAL	38	70782.31	1862.69			

**C.V. - Coeficiente de Variación**

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{11.45}}{60.84} \right) * 100 = 5.56 \%$$

El CV = 5.56 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

**Prueba De Duncan**

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico (Sx) y la determinación de los límites de significancia (LS), cuyos resultados de comparación se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro N°63. Prueba De Duncan (Anova)**

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>q</b>	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46
<b>S<sub>x</sub></b>	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
<b>LS</b>	4.05	4.26	4.38	4.48	4.55	4.59	4.63	4.66	4.68	4.71	4.72	4.74	4.75	4.77	4.78



**Cuadro N°66. Sustrato Papel Filtro**

TRATAMIENTO		CODIGO TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA TRATAMIENTOS	MEDIA
ESPECIES	TIPO DE SUSTRATO		B1	B2	B3		
Maiz	Sustrato Papel	T1=(MA1P)	3.00	4.00	0.00	7.00	2.33
		T2=(MA2P)	9.00	8.00	9.00	26.00	8.67
		T3=(MA3P)	97.00	96.00	100.00	293.00	97.67
		T4=(MA4P)	96.00	98.00	100.00	294.00	98.00
		T5=(MA5P)	100.00	97.00	100.00	297.00	99.00
Trigo	Sustrato Papel	T6=(TA1P)	12.00	13.00	18.00	43.00	14.33
		T7=(TA2P)	88.00	92.00	90.00	270.00	90.00
		T8=(TA3P)	93.00	92.00	95.00	280.00	93.33
		T9=(TA4P)	99.00	98.00	100.00	297.00	99.00
		T10=(TA5P)	93.00	99.00	100.00	292.00	97.33
Arveja	Sustrato Papel	T11=(AA5P)	25.00	18.00	3.00	46.00	15.33
		T12=(AA5P)	98.00	100.00	97.00	295.00	98.33
		T13=(AA5P)	94.00	99.00	100.00	293.00	97.67
		T14=(AA5P)	100.00	99.00	100.00	299.00	99.67
		T15=(AA5P)	96.00	96.00	98.00	290.00	96.67
<b>SUMA BLOQUES</b>			<b>1103.00</b>	<b>1109.00</b>	<b>1110.00</b>	<b>3322.00</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>73.53</b>	<b>73.93</b>	<b>74.00</b>		<b>73.82</b>

**Cuadro N°67. Años De Almacenamiento**

SUSTRATO/ESPECIES	AÑOS DE ALMACENAMIENTO					SUMA TOTAL	MEDIA
	2018	2019	2020	2021	2022		
MAÍZ SUSTRATO PAPEL	7.00	26.00	293.00	294.00	297.00	<b>917.00</b>	<b>183.40</b>
TRIGO SUSTRATO PAPEL	43.00	270.00	280.00	297.00	292.00	<b>1182.00</b>	<b>236.40</b>
ARVEJA SUSTRATO PAPEL	46.00	295.00	293.00	299.00	290.00	<b>1223.00</b>	<b>244.60</b>
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>96.00</b>	<b>591.00</b>	<b>866.00</b>	<b>890.00</b>	<b>879.00</b>	<b>3322.00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>32.00</b>	<b>197.00</b>	<b>288.67</b>	<b>296.67</b>	<b>293.00</b>		<b>221.47</b>

**Cuadro N°68. Fuente De Variación**

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	5844.92	417.49	23.96***	2.17	3.02
REPLICAS	2	14.81	7.40	0.42NS	3.44	5.72
FACTOR "A" SP SEMILLAS	2	310.26	155.13	8.90*	3.44	5.7
FACTOR "B" AÑOS ALM	4	4513.80	1128.45	64.77***	2.82	4.31
INTERRACCIÓN "A" x "B"	7	1020.85	145.84	8.37*	2.46	3.59
ERROR	22	383.29	17.42			
TOTAL	38	6243.01	164.29			

### C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left( \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left( \frac{\sqrt{17.42}}{73.82} \right) * 100 = 5.60 \%$$

El CV = 5.60 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV < 50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental Energía Germinativa.

### Prueba De Duncan

Para determinar si existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Duncan, el cual se inició con la determinación del percentil de Duncan (q), a través de la tabla de Duncan, el cálculo del error típico (Sx) y la determinación de los límites de significancia (LS), cuyos resultados de comparación se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro N°69. Prueba De Duncan (Anova)**

	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
q	2.93	3.08	3.17	3.24	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46
S <sub>x</sub>	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.69
LS	4.99	5.25	5.40	5.52	5.66	5.71	5.74	5.78	5.81	5.83	5.84	5.86	5.88	5.85

**Cuadro N°70. Prueba De Duncan (Anova)**

	T1	T2	T6	T11	T7	T8	T15	T10	T13	T3	T4	T12	T9	T5	T14	
	2.33	8.67	14.33	15.33	90.00	93.33	96.67	97.33	97.67	97.67	98.00	98.33	99.00	99.00	99.67	LS
99.67	97.34	91.00	85.34	84.34	9.67	6.34	3.00	2.34	2.00	2.00	1.67	1.34	0.67	0.67	0.00	5.85
99.00	96.67	90.33	84.67	83.67	9.00	5.67	2.33	1.67	1.33	1.33	1.00	0.67	0.00	0.00		5.82
99.00	96.67	90.33	84.67	83.67	9.00	5.67	2.33	1.67	1.33	1.33	1.00	0.67	0.00			5.80
98.33	96.00	89.66	84.00	83.00	8.33	5.00	1.66	1.00	0.66	0.66	0.33	0.00				5.78
98.00	95.67	89.33	83.67	82.67	8.00	4.67	1.33	0.67	0.33	0.33	0.00					5.77
97.67	95.34	86.67	83.34	82.34	7.67	4.34	1.00	0.34	0.00	0.00						5.75
97.67	95.34	89.00	83.34	82.34	7.67	4.34	1.00	0.34	0.00							5.72
97.33	95.00	88.66	83.00	82.00	7.33	4.00	0.66	0.00								5.68
96.67	94.34	88.00	82.34	81.34	6.67	3.34	0.00									5.65
93.33	91.00	84.66	79.00	78.00	3.33	0.00										5.60
90.00	87.67	81.33	75.67	74.67	0.00											5.55
15.33	13.00	6.66	1.00	0.00												5.46
14.33	12.00	5.66	0.00													5.35
8.67	6.34	0.00														5.19
2.33	0.00															4.94

**Cuadro N° 71. Prueba De Duncan (Anova)**

		T1	T2	T6	T11	T8	T15	T10	T13	T3	T4	T12	T9	T5	T14	
		2.33	8.67	14.33	15.33	90.00	93.33	96.67	97.33	97.67	98.00	98.33	99.00	99.00	99.67	
T14	99.67	***	***	***	***	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00
T5	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00	
T9	99.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.00		
T12	98.33	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	NS	0.00				
T4	98.00	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	NS	0.00					
T3	97.67	***	***	***	***	*	NS	NS	NS	0.00						
T13	97.67	***	***	***	***	*	NS	NS	0.00							
T10	97.33	***	***	***	***	*	NS	0.00								
T15	96.67	***	***	***	***	NS	0.00									
T8	93.33	***	***	***	***	0.00										
T7	90.00	***	***	***	***											
T11	15.33	*	*	NS	0.00											
T6	14.33	*	*	0.00												
T2	8.67	*	0.00													
T1	2.33	0.00														

Fuente: elaboración propia

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos en función de la metodología empleada, se plantean las conclusiones y recomendaciones pertinentes, citadas a continuación:
- Analizando la variable pureza de la semilla, se pudo establecer que no existen variaciones entre semillas colectadas en la gestión 2018 a 2022, presentando una pureza del 100 % para cada una de las especies de semillas analizadas (Maíz, Trigo y Arveja), ya que estas semillas antes de ser almacenadas fueron seleccionadas y purificadas.
- Se ha determinado que existen variaciones en cuanto al peso de semillas colectadas entre la gestión 2018 y 2020 del orden de 14.6 g. para la gestión 2021 y 2022, la diferencia es menor de 5.3 lo que demuestra que el peso de las semillas de maíz, trigo y arveja está relacionado con la humedad de la semilla, por tanto, también con la cantidad de semillas por kg de maíz son 3800 semillas, de la arveja hay 4960 semillas y de trigo hay 9789 de semilla de muestra.
- En cuanto al porcentaje de humedad de las semillas, existe mucha variación entre las diferentes gestiones en todas las especies de semillas analizadas, por ejemplo para el maíz 8.1% de humedad para la gestión 2018 y 12.7 % de humedad para la gestión 2022, en el caso del trigo para la gestión 2018 un porcentaje de humedad de 8.2 % y para la gestión 2022 un 12.2 % de humedad, finalmente para la Arveja 9.1% para la gestión 2018 y 12.5 % para la gestión 2022, lo cual podrían estar afectando los parámetros de emergencia de las semillas.
- Los porcentajes de germinación final, muestran que el sustrato arena es en el que se obtienen los mayores valores, alcanzado para el maíz el 100.0 % para la gestión 2022, para la semilla de trigo 99.3 % y para de Arveja 99.7%, en cambio para el sustrato papel para esta misma gestión (2022) para la semilla de maíz 99%, para la semilla de trigo 97.3% y para la semilla de Arveja 96.7%. En contrapartida las semillas colectadas en la gestión 2018, presentan los valores más bajos la semilla de maíz para ambos



sustratos (Arena y Papel filtro) presenta 2.3% y 2.3% respectivamente, para la semilla de trigo 17.7% y 17.0% y finalmente para la semilla de arveja 5.0% y 15.3%.

- La determinación del vigor de las semillas en el sustrato arena, presenta una media de las 5 gestiones analizadas de 79.8 puntos para el maíz, clasificado como Muy Buena, para la semilla de trigo presenta una media de 73.8 puntos clasificada como Buena, y para la semilla de arveja 66.5 puntos clasificado como de baja calidad, las semillas colectadas en las gestiones 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022, establece que el mayor porcentaje corresponde a la gestión 2022 con 89.0 de puntaje clasificado como excelente en el caso de maíz, para el trigo 83.0 puntos también clasificada como excelente, y para la semilla de arveja esta gestión presenta un vigor de 60.0 puntos clasificado como de baja calidad, mientras que los valores más bajos se registraron en 2018 y 2019.
- La velocidad de germinación de las semillas de maíz, trigo y arveja, cosechadas en la gestión 2022, son las que germinan en menor tiempo, o más rápido, registrando la primera semilla en germinar un tiempo de 2.69 días, que corresponde a sustrato arena. El tiempo más largo para la germinación de la primera semilla se registró en la gestión 2022 para la semilla de trigo con el sustrato papel filtro, germinado a los 3.13 días de iniciada la prueba.
- El mayor porcentaje total de emergencia corresponde a semillas colectadas en la gestión 2022, germinadas en sustrato arena, mostraron el mejor porcentaje de emergencia total con el 100.0%, y el porcentaje más bajo se registró en la gestión 2018 con sustrato arena con un 2.0 % de emergencia.
- Se concluye indicando que las semillas de maíz, trigo y arveja, pertenecientes a las gramíneas y leguminosas, no deben tener un largo periodo de almacenamiento en las condiciones de laboratorio y peor en condiciones propias del agricultor, debido principalmente al mal almacenamiento de las semillas en reserva.

## 4.2. Recomendaciones

- Bajo condiciones de manejo de las semillas de maíz, trigo y arveja, se recomienda la siembra de estas semillas de la gestión anterior para tener porcentajes altos de germinación, como lo establece la normativa nacional en cuanto a porcentajes de germinación.
- Es importante antes de almacenarlas las semillas que estén tratadas para evitar los hongos u otras enfermedades, así para que se conserve en un buen estado hasta su siembra y no haya deterioro de las semillas.
- Las semillas para que se conserven en un buen estado tiene que tener una humedad de 12% si está muy húmeda rápido le entran hongos y si está demasiado seca es una semilla muerta o dura que pierden su vigor germinativo.
- El trigo con más de 2 años de almacenamiento tiene mayor desarrollo y se obtendrá un buen rendimiento al momento de producir ya que tiene una mejor calidad que de los otros años.
- El maíz y la arveja no se recomienda almacenarla por más de 2 años ya que pierde su viabilidad y la humedad se convierten en semillas muertas y será una pérdida para el productor.
- Es importantes antes de hacer una siembra hacer un análisis de pruebas de germinación a las semillas para tener un mayor resultado en la producción y para adquirir semillas de buena calidad.
- Se recomienda antes de realizar las pruebas en laboratorio desinfectar todos los materiales para evitar cualquier tipo de contaminación y para que conserven sanas las semillas hasta que sea el momento de la siembra.