UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada Ley Nº 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

TESIS

"EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PASTOS NATURALES – HUANCAVELICA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
PASTOS Y FORRAJES

PRESENTADO POR:

Bach. CASTRO ZEVALLOS, Rolando
Bach. VALENCIA ESCOBAR, Luz Maritza

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA

HUANCAVELICA, PERÚ
2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los once días (11) del mes de febrero del año 2021, a horas 3.00 p.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **Dr. Manuel CASTREJON VALDEZ (PRESIDENTE), M.Sc. Héctor Marcelo GUILLEN DOMÍNGUEZ (SECRETARIO), M.Sc. José Luis CONTRERAS PACO (VOCAL),** designados con Resolución de Decano Nº 052-2019-FCI-UNH, de fecha 07 de mayo del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: "EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PASTOS NATURALES-HUANCAVELICA", presentado por los Bachilleres **Rolando CASTRO ZEVALLOS y Luz Maritza VALENCIA ESCOBAR,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**. Finalizada la sustentación virtual a horas 5.42 p.m.; se comunicó a los sustentantes y al público que abandonaran el aula virtual para deliberación por parte de los Jurados, llegando al siguiente resultado:

Rolando CASTRO ZEVALLOS

APROBADO	X	POR MAYORIA
DESAPROBADO		

Luz Maritza VALENCIA ESCOBAR

APROBADO	X	POR UNANIMIDAD
DESAPROBADO		

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

Vº Bº Decano

Título

EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PASTOS NATURALES - HUANCAVELICA

Autores

Bach. CASTRO ZEVALLOS, Rolando

Bach. VALENCIA ESCOBAR, Luz Maritza

Asesor

M. Sc. HUAMÁN JURADO, Rodrigo

Dedicatoria

Rolando

A mis queridos padres; gracias por la oportunidad de existir, por su apoyo incondicional y ser promotores de mis sueños. Con mucho cariño a mis hermanos por ser parte de mi vida, por sus palabras de aliento y su apoyo incondicional.

Luz Maritza

A mis padres, por guiarme a lo largo de mi formación profesional, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad, por brindarme una vida llena de aprendizaje, sabiduría y experiencia. A mis hermanos, por ser parte de mi formación académica, que siempre estuvieron con sus palabras de motivación o incondicional.

Agradecimiento

- En primer lugar, agradecemos a Dios padre por habernos dado salud y las fuerzas para poder culminar esta investigación.
- Expresamos nuestros agradecimientos y reconocimiento a todos los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias de Ingeniería; quienes contribuyeron con conocimientos y enseñanzas en mi formación profesional.
- A nuestro asesor M. Sc. Rodrigo Huamán Jurado; por brindarnos su apoyo, paciencia, sus enseñanzas y orientaciones desde el proceso de experimentación y presentación de informe final del presente trabajo de investigación.
- Queremos expresar nuestro agradecimiento de manera especial a nuestros familiares quienes supieron darnos su constante apoyo para la culminación de esta primera parte de nuestra vida profesional.

Tabla de contenido

Acta de sustentación....ii
Título....iii
Autores....iv
Asesor....v
Dedicatoria....vi
Agradecimiento....vii
Tabla de contenido....viii
Índice de tablas....xii
Índice de figuras....xiii
Resumen....xiv
Abstract....xv
Introducción....xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema....17
1.2. Formulación del Problema....19
1.3. Objetivos de la investigación....19
1.3.1. Objetivos generales....19
1.3.2. Objetivos específicos....19
1.4. Justificación....19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes....21

2.2. Bases teóricas 29
2.2.1. Las giberelinas 29
2.2.1.1. Importancia de las giberelinas. 30
2.2.1.2. Funciones de la giberelina. 31
2.2.2. Ácido giberélico. 31
2.2.2.1. Importancia del ácido giberélico. 32
2.2.2.2. Función del ácido giberélico. 33
2.2.3. La semilla 33
2.2.3.1. Anatomía de la semilla 34
2.2.3.2. Composición química de la semilla 35
2.2.3.3. Viabilidad de la semilla 36
2.2.3.4. Latencia en semillas 37
2.2.3.5. Longevidad de la semilla 37
2.2.3.6. Vigor de la semilla 38
2.2.3.7. Deterioro de la semilla 38
2.2.3.8. Importancia de la semilla. 39
2.2.3.9. Función de la semilla 39
2.2.4. Germinación 39
2.2.4.1. Etapas de la germinación 40
2.2.4.2. Factores que influyen en el proceso de germinación 42
2.2.4.3. Tipos de germinación 43
2.2.5. Pastizal 43
2.2.6. Praderas naturales 44
2.2.6.1. Importancia de los pastizales. 45
2.3. Definición de términos 46
2.4. Hipótesis 48
2.5. Identificación de Variables 48

2.6. Operacionalización de variables 48

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial 49
3.2. Tipo investigación..... 49
3.3. Nivel de investigación..... 50
3.4. Método de investigación 50
3.5. Diseño de Investigación:..... 50
3.6. Población, Muestra, Muestreo. 51
3.6.1. Población..... 51
3.6.2. Muestra..... 52
3.6.3. Muestreo..... 52
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 52
3.7.1. Técnica. 52
3.7.2. Instrumento. 53
3.8. Procedimiento de recolección de datos..... 53
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Información. 55

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información 56
4.2. Prueba de hipótesis 64
4.3. Discusión de resultados. 65
Conclusiones 69
Recomendaciones..... 70
Referencias bibliográficas 71

Apéndice 77

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de varianza de los factores y su efecto en la germinación de semillas de pastos naturales..... 56

Tabla 2. Análisis de varianza del efecto del ácido giberélico en la germinación de las semillas 58

Tabla 3. Promedios y desviación estándar del porcentaje de germinación con la adición de las concentraciones del ácido giberélico. 59

Tabla 4. Análisis de varianza del efecto del factor especie, tratamiento y la interacción en el tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales. 60

Tabla 5. Promedio (comparación de medias) y desviación estándar del tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales de acuerdo al tratamiento. 62

Tabla 6. Promedio, desviación estándar y comparación de medias del tiempo de germinación de las semillas, de acuerdo a las distintas especies de semilla. 62

Tabla 7. Promedio, comparación de medias y desviación estándar del poder germinativo de cada una de las especies. 63

Tabla 8. Promedios ± desviación estándar y comparación de medias del poder germinativo (%) de las semillas, de acuerdo a los tratamientos y especies de semillas. 64

Índice de figuras

Figura 1. Curva de germinación de las diferentes especies de semilla de pastos naturales. 57

Figura 2. Curva de germinación de Festuca dolichophylla con la aplicación de los distintos niveles del ácido giberélico. 58

Figura 3. Curva de germinación de Calamagrostis vicunarum con la aplicación del ácido giberélico en sus diferentes niveles. 60

Figura 4. Curva de germinación de Calamagrostis rigescens con ácido giberélico en sus diferentes niveles de aplicación 61

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de pastizales de la Universidad Nacional de Huancavelica, con el propósito de determinar el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales, teniendo como variables de estudio; porcentaje de germinación, tiempo de germinación y poder germinativo de semillas de tres especies de pastos naturales. Los tratamientos estuvieron compuestos por los niveles del ácido giberélico (0, 300, 600 y 900 ppm), sobre el comportamiento de las semillas de pastos naturales (*Festuca dolichophylla, Calamagrostis vicunarum y Calamagrostis rigescens);* para ello se identificaron y colectaron semillas de las tres especies, las mismas que fueron llevadas al laboratorio donde se seleccionaron y se sembraron 100 semillas en 16 placas *Petri.* El diseño estadístico utilizado fue el completamente al azar con arreglo factorial 4*3 con 4 repeticiones por tratamiento. Los datos se procesaron mediante un ANOVA y comparación de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey. Los resultados del porcentaje de germinación fueron 68,33%; 65,75 %; 64,83% y 63,75 % para 900; 0; 300 y 600 ppm del ácido giberélico, respectivamente; donde no mostraron efectos estadísticamente significativos ($p>0.05$). Así mismo, los niveles del ácido giberélico no tuvieron efecto significativo ($p>0.05$) en el tiempo y poder germinativo. Por otro lado, las especies y la interacción del ácido giberélico*especies, mostraron efectos estadísticos altamente significativos ($p<0.05$) sobre el porcentaje, tiempo y poder germinativo. Se concluye, que el efecto del ácido giberélico no es significativo, puesto que la adición de esta hormona no incrementa ni favorece de manera significativa la germinación de las semillas de los pastos naturales.

Palabras clave: hormona, giberelina, semilla, germinación, especie.

Abstract

The present research work was carried out in the laboratory of pastures of the National University of Huancavelica, with the purpose of determining the effect of giberellic acid in the germination of seeds of natural pastures, having as variables of study; percentage of germination, time of germination and germinative power of seeds of three species of natural pastures. The treatments were composed by the levels of gibberellic acid (0, 300, 600 and 900 ppm), on the behavior of the seeds of natural grasses (Festuca dolichophylla, Calamagrostis vicunarum and Calamagrostis rigescens); for this purpose, seeds of the three species were identified and collected, which were taken to the laboratory where 100 seeds were selected and sown in 16 Petri dishes. The statistical design used was the completely randomized 4*3 factorial arrangement with 4 repetitions per treatment. The data were processed by means of an ANOVA and comparison of means of the treatments by means of the Tukey test. The results of the percentage of germination were 68.33%; 65.75%; 64.83% and 63.75% for 900; 0; 300 and 600 ppm of gibberellic acid, respectively; where they showed no statistically significant effects ($p>0.05$). Likewise, the levels of gibberellic acid had no significant effect ($p>0.05$) on the time and germination power. On the other hand, species and interaction of gibberellic acid and species, showed highly significant statistical effects ($p<0.05$) on percentage, time and germination power. It is concluded that the effect of gibberellic acid is not very clear, since the addition of this hormone does not significantly increase or favor the germination of seeds from natural grasses.

Keywords: hormone, gibberellin, seed, germination, species

Introducción

La pradera natural en su mayoría se encuentra en la sierra del Perú, donde el 88% de la superficie de pastos naturales se encuentran en condición regular, pobre y muy pobre, como consecuencia del sobre pastoreo (Weaver et al., 1976). El desconocimiento de sistemas de manejo adecuado de pastos naturales conlleva a que ocurra pérdida de especies palatables y nutritivas, ocasionado por el pastoreo indiscriminado, otro problema es la falta de información sobre el potencial forrajero y la escasez de semillas de especies adaptadas que pueden posibilitar la siembra y resiembra (Pérez & Pita, 2001)

La propagación de praderas naturales se realiza mediante esquejes, semillas, etc. Las praderas naturales se propagan mayormente con sus semillas; sin embargo, algunas consideradas viables son incapaces de germinar, esta característica se denomina latencia, mecanismo de supervivencia a condiciones adversas del clima como: temperaturas bajas, alternancias de épocas secas y húmedas, esto resulta poco ventajoso cuando se pretende cultivarlas (Fuentes et al., 1996).

Las giberelinas están implicadas directamente en el control y promoción de la germinación de las semillas; el ácido giberélico (AG_3) puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura (Araya et al., 2000). Pero se desconoce la influencia de ácido giberélico en la germinación de semilla de praderas naturales.

Con la finalidad futura de enfrentar a la problemática de la conservación y propagación de pastos naturales, que es compleja y siendo aún mayor cuando las especies se ven afectadas por el sobrepastoreo; el objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar el efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre la germinación de semillas de pastos naturales en condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

A nivel mundial, los pastos naturales son la mayor fuente de alimentación de la ganadería, actividad principal de las familias que habitan en zonas de alta montaña, y que genera gran parte de los ingresos económicos.

A nivel nacional, los pastizales naturales significan fuentes naturales de alimentación de la ganadería, puesto que en la sierra peruana alimentan al 73% del ganado vacuno, al 94% de ovinos y al 100% de las alpacas (Rivera *et al.*, 2014).

En la actualidad las estadísticas agrarias y numerosos investigadores reportan que, las mayores superficies de praderas naturales están ubicados en las zonas altoandinas, donde en su mayoría se encuentran en condición pobre y muy pobre con una tendencia a la degradación y una baja receptividad (0.25 UA/ha/año) (Mamani et al., 2013). La degradación del pastizal, es un serio problema; donde algunas especies forrajeras nativas se encuentran en proceso de extinción; como consecuencia al sobrepastoreo, acompañado de sequías prolongadas pueden convertir a los pastizales en áreas desérticas (Weaver et al., 1976).

En las zonas ganaderas de nuestro país, el desconocimiento de sistemas de manejo adecuado de pastos naturales conlleva a que ocurra pérdida de especies palatables y nutritivas, ocasionado por el pastoreo indiscriminado; otro problema, es la falta de información sobre el potencial forrajero y la escasez de semillas de especies adaptadas que pueden posibilitar la siembra y resiembra (Pérez & Pita, 2001).

La propagación de las gramíneas se realiza mediante trasplante de matas en zonas degradadas del tipo de pradera “Chilliguar”; donde los esquejes deberían de tener raíces con pan de tierra para evitar el stress. Por otra parte, las leguminosas nativa como el layo *(Gompherma meyeniana)* y otras gramíneas pueden propagarse mediante la diseminación de semilla botánica (Alejo et al., 2014).

Del mismo modo, hay investigadores como Fuentes et al. (1996), que sostienen que las praderas naturales se propagan mayormente con sus semillas; sin embargo, algunas consideradas viables son incapaces de germinar, denominada latencia, mecanismo de supervivencia a condiciones adversas del clima como: temperaturas bajas, alternancias de épocas secas y húmedas, y climas desérticos, esto resulta poco ventajoso cuando se pretende cultivarlas.

Ahora, nos prepararnos frente a estas situaciones negativas, traerán consigo el sobrepastoreo, la degradación de las praderas y la pérdida de especies palatables; los mismos que se traducirán a futuro en una baja disponibilidad de alimento para la ganadería altoandina y una baja rentabilidad económica para los productores.

Frente a la problemática, una de las opciones para poder conocer el poder germinativo y así lograr la revegetación de las praderas altoandinas, es el uso o aplicación de fitohormonas como la giberelina a las semillas de los pastos naturales, puesto que se ha visto que esta hormonas es muy importante para el desarrollo de las plantas y es necesario el conocimiento de su actuación y aprovechamiento como regulador de crecimiento.

Sin embargo; en la región de Huancavelica, el uso, aplicación y efectos de las giberelinas sobre la germinación de las semillas de pastos naturales es desconocido y poco difundido. Así mismo, no existe información sobre la germinación de semillas de praderas naturales,

Bajo estas consideraciones se planteó el siguiente trabajo de investigación; efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales en Huancavelica?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivos generales

Determinar el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales en Huancavelica

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la mejor concentración de ácido giberélico en la germinación de semillas.
- Determinar el tiempo de germinación de las semillas con el ácido giberélico.
- Determinar el poder germinativo de cada una de las especies (*Calamagrostis rigescens, Festuca dolichophylla y Calamagrostis vicunarum*).

1.4. Justificación

Justificación teórica:

La investigación se ejecutó con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre los efectos de las giberelinas en la germinación de semillas de pastos naturales, puesto que hasta hoy en día, no se conocen los efectos exactos de las hormonas de crecimiento sobre la germinación de semillas de pastos naturales, mucho menos en condiciones de laboratorio.

Justificación práctica:

La presente investigación, tuvo su justificación práctica, puesto que en la actualidad la problemática de la conservación de praderas naturales es compleja, siendo aún mayor cuando las especies se ven afectadas por el sobrepastoreo; ante ello la investigación va orientada de forma íntegra a solucionar problemas prácticos desde el punto de vista agropecuario, con la finalidad de incrementar el rendimiento de las praderas naturales, mejorar la alimentación de la población ganadera y de la misma forma contribuir a la disminución de la degradación de las praderas naturales, acelerando y elevando el porcentaje de germinación de las semillas, la cual permite recuperar las áreas degradadas de las praderas altoandinas.

Justificación científica:

La investigación tuvo una justificación científica, puesto que la información que se obtuvo de la investigación estableció el momento de partida para que los productores ganaderos puedan utilizar de manera más eficiente a las praderas altoandinas, ya que le brindará el conocimiento sobre la conservación y propagación de las semillas de plantas comestibles por los animales el cual conlleva a una mayor producción.

Justificación de actualidad:

El estudio es de actualidad, porque existe desconocimiento sobre el efecto de las giberelinas en la germinación de semillas de pastos naturales por lo que se requiere una próxima solución, ya que al conocer el efecto se podrá aprovechar de la mejor manera la hormona, que traerá consigo una mayor producción y rentabilidad económica para los productores.

La realización del presente trabajo de investigación fue de gran importancia de actualidad, puesto que los resultados que se obtuvieron colaboran con el conocimiento, conservación y propagación de semillas de plantas deseables por los animales y así poder ejecutar un mejor manejo de praderas con la finalidad de aprovecharlos y generar mayores ganancias económicas hacia las personas que viven en los andes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Araya, Gómez, Hidalgo y Valverde (2000), en la investigación: *Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación de semillas in vitro de Jaul (Alnus cuminatay)*, donde el objetivo fue la evaluación del efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación de semillas in vitro de Jaul (*Alnus cuminatay*). Antes del experimento, desinfectaron la semilla en alcohol al 70 %, luego sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 2,5 %; luego lavaron en una cámara de flujo laminar por tres veces con agua estéril. El medio de cultivo consistió en sales minerales y vitaminas suplementado con 30 g/L de sacarosa y 8 g/L de agar. La siembra se realizó en un tubo de ensayo (una semilla por tubo de ensayo), sembrándose 20 semillas por tratamiento. En los resultados encontraron las semillas colocadas en oscuridad mostraron bajo porcentaje de germinación (15%), mientras que los expuestos al sol alcanzaron una germinación del 61%, en todas las concentraciones del ácido giberélico; así mismo el porcentaje de germinación aumentó con el tiempo (cuarta semana); del mismo modo la mejor concentración que encontraron fue 2mg/L, que alcanzó una germinación de 80 % para las semillas expuestas al sol y 20 % a la oscuridad.

Concluyeron mencionando que, desde el punto de vista práctico, la germinación de las semillas de jaúl pueden aumentarse y acelerarse mediante el tratamiento de las mismas con el ácido giberélico y su exposición a la luz.

Gómez, Ramírez, Benavides y Encina (2003), en el trabajo de investigación: *Germinación y crecimiento de plántula en chincuya (Annona purpurea moc y sessé) y su relación con los niveles de giberelinas y ácido abscísico*, con el objetivo de analizar algunos factores que contribuyen a la deficiencia de germinación de semillas *Annona purpurea* Moc y Sessé, mantuvieron las semillas durante 5 días en inmersión de ácido giberélico a concentraciones de 0, 100, 500 y 1000 mg/litro. Los resultados muestran que el ácido giberélico en cualquier concentración estudiada estimula sustancialmente la germinación, donde el testigo alcanzó una germinación de 8 %, y los otros tratamientos de 100, 500 y 1000 mg/litro, produjeron 53,3; 62 y 68 %, respectivamente. Llegaron a la conclusión que los bajos niveles de giberelina en las plantas es uno de los factores para la baja germinación de *Annona purpurea* Moc y Sossé.

Vaquero (2005) realizó la investigación: *Estimulación de la germinación de semilla de nance (Byrsonima crassifolia L.) con giberelina y agua caliente*, con el objetivo de determinar la forma más rápida y uniforme de hacer germinar la semilla de nance. Los tratamientos términos consistieron en la remojar las semillas en agua hirviendo por 1; 3; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 60 y 180 segundos y luego enfriarlos en agua fría. Los resultados obtenidos indicaron que el ácido giberélico estimuló la germinación en vivero de la semilla obteniendo un porcentaje de germinación de 25,3 %, en un tiempo de germinación más corto de 45 días. El tratamiento con agua hervida de 3 segundos igualmente estimuló la germinación (16 %) y el tiempo de germinación más largo fue de 65 días. Llegó a concluir indicando que los tratamientos que mejor efecto tuvieron sobre el porcentaje, tiempo de germinación y el rompimiento de la latencia de la semilla fueron la aplicación de ácido giberélico y el de agua hirviendo por 3 segundos.

Mandujano, Golubov y Rojas (2007) investigaron el: *Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de tres especies del género Opuntia (O. rastrera, O. microdasys y O. macrocentra) del Desierto Chihuahuense*, con el objetivo de comparar la germinación de semillas con adición de ácido giberélico al 200 ppm con un control (sin ácido giberélico) bajo condiciones controladas de luz y temperatura. Para ello, recolectaron frutos maduros de al menos diez individuos de *Opuntia microdasys, Opuntia rastrera y Opuntia macrocentra Engelm* de la Reserva de Mapimí, luego dejaron secar a temperatura ambiente y almacenaron en bolsas de papel a temperatura ambiente para luego sembrar en placas petri y se y someter a los tratamientos. Los resultados muestran que existe diferencias significativas entre las especies *(O. rastrera, O. microdasys y O. macrocentra)*, pero no entre la germinación con tratamientos de GA_3 (27,4 % vs 28,4 %) y tampoco entre la interacción. Llegaron a concluir que el efecto de las giberelinas no es claro y en algunos casos es contradictorio, por lo que es necesario explorar su función para la germinación de cactáceas.

Gil y Miranda (2008), en el trabajo de investigación: *Efecto de la temperatura, inmersión en agua y concentración de fitorreguladores sobre la germinación de semillas de papaya (Carica papaya L)*, evaluaron el efecto de diferentes temperaturas (20, 25, 30 y 35°C) y tiempos de inmersión de la semilla en agua (0, 24, 48 y 72 horas) y en concentraciones de AG_3 y ANA (ácido naftalenacético) (0, 100, 200 y 300 ppm) sobre los porcentajes de germinación y los cambios morfológicos de semillas de papaya de la variedad Maradol y el híbrido Tainung-1. Las semillas se sembraron en placas Petri con papel toalla, humedecidas con 10 mL de agua destilada, con tres repeticiones por tratamiento. Los resultados indicaron que, a una temperatura de 30°C con una inmersión de 48 horas de la semilla en agua, el porcentaje de germinación fue mayor. Llegaron a concluir recomendando no utilizar el regulador ANA, debido a que provoca malformaciones en las radículas de las semillas.

Saldívar, Laguna, Gutiérrez y Domínguez (2010), en el trabajo de investigación: *Ácido giberélico en la germinación de semillas de Jaltomata procumbens (CAV.) J.L. GENTRY*, evaluaron la aplicación de ácido giberélico (AG_3) en la germinación de semillas provenientes de frutos silvestres de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry. Para ello, recolectaron los frutos maduros, que luego fueron sembradas en bandejas germinadoras, con sustrato de musgo y perlita. Los tratamientos utilizados fueron 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mg/l de AG_3, con 12 y 24 horas de remojo. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento 250 mg/l presentó un 87,0% de germinación con 1,7 plantas/ germinadas/día en un periodo de 25,5 días; superior a los valores presentados por los demás tratamientos. Llegando a la conclusión que el tiempo de remojo influye menos que la aplicación de ácido giberélico.

De la Rosa, Arce, Villarreal, Ibarra y Lozano (2012), en el trabajo de investigación: *Germinación de semillas de chile simojovel (Capsicum annuum L.) previamente expuestas a NaCl y ácido giberélico*, evaluaron la germinación de semillas de chile simojovel (*Capsicum annuum L.*) previamente expuestas a NaCl y ácido giberélico en dos fases (sin y con exposición), con la finalidad de encontrar una concentración óptima de ácido giberélico. Para ello, seleccionaron semillas de características homogéneas, que luego fueron tratadas con concentraciones de 0, 350, 400, 450 y 500 mg/L combinado con los tratamientos de exposición previa a NaCl y sembradas en placas Petri conteniendo papel filtro. En los resultados se aclara que el mayor porcentaje de germinación (91,75%) se encontró en semillas previamente tratadas con NaCl. Llegando a la concluir que la exposición previa de semillas de chile simojovel a NaCl, y subsiguiente tratamiento con ácido giberélico, incrementa significativamente la germinación de dichas semillas. Concluyeron indicando que fue posible incrementar de manera significativa la germinación de semillas de chile simojovel al aplicar un preacondicionamiento con NaCl combinado con un tratamiento de AG_3.

Amador, Díaz y Bivián (2013), en el trabajo de investigación: *Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinacion de semillas y desarrollo de plantulas de dos especies de ferocactus (cactaceae),* evaluaron el efecto de la adición de tres reguladores de crecimiento vegetal (RCV) sobre la respuesta germinativa y crecimiento de plántulas en las especies *Ferocactus histrix* y *F. latispinus* (*Cactaceae*). Para lo cual recolectaron frutos maduros y sanos de las especies, que luego fueron desinfectadas por inmersión al cloro comercial al 10 % y lavadas en agua destilada, para posteriormente ser sembradas en placas Petri estériles con agar. En los resultados encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) al comparar % germinación y caracteres morfológicos cuantitativos de plántulas de los tratamientos con RCV y el control; así como un efecto negativo de RCV sobre la germinación y crecimiento de plántulas. Concluyen afirmando que la adición de RCV no incrementa de manera significativa la germinación de semillas y tampoco favorece el crecimiento de plántulas, dado que las plántulas más vigorosas se obtuvieron con el control.

Carranza, Castellanos, Deaza y Miranda (2016) en el trabajo de investigación: *Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la germinación de semillas de badea (Passiflora quadrangularis L.),* evaluaron el efecto de la aplicación exógena de reguladores de crecimiento sobre la germinación de semillas de badea en condiciones de invernadero. Para ello, recolectaron los frutos, de donde se extrajeron las semillas y dejaron fermentar por 72 horas a temperatura ambiente, para luego ser tratados con fitorreguladores de crecimiento ácido giberélico ≥ 90% marca SIGMA® (400, 800 y 1200 ppm). En los resultados que encontraron mencionan que la aplicación de 1200 ppm de AG_3 y nitrato de potasio al 0,4 % presentaron los mayores porcentajes de germinación con 54,5 y 59 % respectivamente, disminuyendo el tiempo medio de germinación con 29,4 y 30,3 días y aumentando la velocidad de germinación de la semilla de badea con 6,55 y 6,39 semillas/día. Llegaron a concluir que los fitorreguladores

de crecimiento, giberelinas a 1200 ppm y nitrato de potasio al 4 % aumentaron el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas de badea.

Moncada (2016) investigó la: *Influencia de reguladores de crecimiento Kinetina y Acido giberélico sobre la germinación de semillas de Bixa orellana en cultivo in vitro,* con el objetivo de evaluar la influencia de los reguladores de crecimiento Kinetina y Acido giberélico en concentraciones de 100, 1000, 2000 y 3000 ppm, en tres tiempos de 60, 90 y 120 minutos, sobre la germinación de semillas de *Bixa orellana* en condiciones *in vitro*. Para ello, recolectaron y seleccionaron las semillas y cultivaron en condiciones *in vitro* en laboratorio. En los resultados plasman que al utilizar 1000 ppm de Kinetina por 120 minutos obtuvieron un 52% germinación, mientras que para el ácido giberélico (1000 ppm/ 120 minutos), obtuvieron un 60 % de germinación. Llegó a concluir que el mejor tiempo fue de 120 minutos y 1000 ppm, la mejor concentración.

Pupiales (2016) en su tesis: *Efecto de escarificación química y aplicación de ácido giberélico en la germinación de semillas en tres variedades de mora (Rubus glaucus BENTH),* tuvo como objetivo determinar el mejor tratamiento químico para la escarificación de la semilla y la dosis de aplicación de ácido giberélico para acelerar e inducir la germinación de semillas de tres variedades de mora. Para ello, hizo la inmersión de las semillas en hipoclorito de sodio al 5,5 % durante 16 horas y en ácido giberélico durante 24 horas en concentraciones de 0, 50, 1000 y 1500 ppm, para luego ser sembradas en placas Petri en condiciones de laboratorio. Los resultados muestran que los tratamientos que presentaron mejor respuesta a las variables estudiadas fueron los correspondientes a la aplicación de hipoclorito de sodio 5,5%, con una germinación de 58,28 % en 11 días, mientras los demás tratamientos tuvieron efectos menos favorables. Concluyó indicando que el ácido giberélico no tuvo efecto sobre los porcentajes y duración de la germinación, pero tuvo efecto sobre el número de hojas, altura del tallo y longitud de la raíz de las plántulas.

A nivel Nacional

Riveros (2012), en el trabajo de investigación: *Efecto del ácido giberélico y la luz sobre la germinación de semillas de Passiflora tripartita var. Mollissima*, evaluó el efecto del ácido giberélico y la luz sobre la germinación de semillas de *Passiflora tripartita Var. Mollissima*. Para lo cual se recolectaron frutos maduros, seleccionaron y remojados durante 15 días en agua potable, para luego ser sembrados en placas Petri cubiertos con papel aluminio (para el tratamiento oscuridad total). Los tratamientos fueron 0, 100, 200, 300 ppm de AG_3 con luz día y oscuridad total en las variables; porcentaje de germinación y longitud de plántulas a los 30 días post instalación. En los resultados halló que la germinación de las semillas fue inhibida negativamente con la luz día. Por otro lado, el mayor porcentaje de germinación y mayor longitud se alcanzó con las semillas expuestas a 200 ppm de AG_3 (72,22 %). Concluyó indicando que la germinación de semillas de *Passiflora tripartita var.* Mollissima no presentaron diferencias significativas entre las diferentes concentraciones de ácido giberélico.

Choquecahua (2013) en su tesis: *Germinación de semillas de puya raimondii Harms en condiciones de laboratorio*, determinó el efecto de la estimulación por escarificación mecánica y fisiológica y el efecto de la luz y temperatura en la germinación de semillas de *Puya raimondii* en condiciones de laboratorio. Para ello, recolectaron semillas del rodal de puyas, a las cuales les provocó la germinación en placas Petri utilizando sustrato algodón para mantener la temperatura constante y se aplicó los tratamientos: dos tratamientos de estimulación por escarificación mecánica y fisiológica manteniendo las semillas a una temperatura de 60°C durante 24 horas y aplicación de 0,1g de ácido giberélico por unidad experimental y otra sin tratamiento de estimulación, se utilizó tres rangos de temperatura (10-17°C, 17-24°C y 24-31°C), y dos

intensidades de luz (1000 lux y 2000 lux) como tratamiento de factores ambientales. Los resultados que hallaron indican que la dosis aplicada de ácido giberélico y el tratamiento de escarificación mecánica a las semillas de *Puya raimondii* no tuvieron efecto en la germinación entre los tratamientos. Los porcentajes de germinación fueron de 75,56 % y 65,69 % con y sin tratamiento respectivamente, de igual forma el tiempo de germinación media fue de 31,94 días y 36,75 días en tratamientos con y sin tratamiento respectivamente donde no se encontraron diferencias significativas (P >0,05). Concluyó indicando que la aplicación de ácido giberélico y la inmersión en agua caliente como tratamiento de semillas de *Puya raimondii* Harms no tienen un efecto significativo en la germinación.

Llaro (2017), evaluó *efecto de tres dosis e intervalos de aplicación de ácido giberélico en tres características biométricas de baya de vitis vinifera L. Var red globe en Nepeña*. Para ello, utilizaron plantas de vid de la variedad *Red Globe* sobre patrón 101.14; donde hicieron manejo agronómico por 4 años. Para ello, utilizó 4 tratamientos (0, 36, 40 y 50 ppm) del N-large (ácido giberélico). Los resultados muestran que el mejor tratamiento fue el tercer tratamiento (40 ppm de giberelina), alcanzando a producir un calibre de baya promedio de 25,07 mm; 15,83 grados brix y un color RG_3. Concluyó indicando que existen efectos significativos favorables del ácido giberélico en las tres características biométricas de baya de *Vitis vinifera L*.

Lindo, La Torre y Luján (2019) en el trabajo de investigación: *Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de Caesalpinia spinosa (tara)*, evaluó la germinación de *C. spinosa* a dos temperaturas (85 y 53 °C) (evaluación en suelo) y a dos concentraciones de ácido giberélico (AG_3) (0.5 y 1 ppm) (evaluación in vitro). Para lo cual recolectaron semillas, luego seleccionaron 20 semillas aleatoriamente, para luego embeber durante 24 horas y cortadas ligeramente de la zona basal; luego colocaron en 5 viales, conteniendo

4 semillas cada uno, agregaron el reactivo en cantidad suficiente para cubrirlas; todos los procedimientos realizaron en condiciones de oscuridad. Las observaciones se hicieron 24 h después Los resultados observaron una ganancia global en germinación de 93,3 %, tanto a 53 como a 85 °C, mientras que en la evaluación in vitro fue de 70 % con 0.5 ppm AG y de 100 % con 1 ppm AG_3. Concluyeron indicando que el tratamiento con calor (53 y 85 °C) durante un día y la inmersión en 1 ppm de AG_3 facilitan la germinación.

A nivel Local

Sánchez (2014), en su trabajo de investigación: *Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de aguaymanto (Physalis peruviana L.) en Mariscal Cáceres - Huancavelica*, determinó el efecto del ácido giberélico en la germinación de las semillas de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Los tratamientos usados fueron 0, 50, 100, 150 y 250 ppm de AG_3, en las variables porcentaje y periodo de emergencia. En los resultados, el tratamiento de 250 ppm, reportó valores superiores, con respecto a los demás tratamientos. El porcentaje de germinación fue de 85,25 %; 86,75 %; 88,25 %; 90,5 % y 92,25 % para 0; 50; 100; 150; 250 ppm, respectivamente. Concluye indicando que en la germinación de semillas de Aguaymanto (*Pysalis peruviana* L.), conforme se incrementa la dosis de ácido giberélico aumenta el porcentaje de germinación.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Las giberelinas

Las giberelinas son fitorreguladores que son sintetizados en muchas partes de la planta, pero especialmente en áreas de crecimiento activo como los embriones o tejidos meristemáticos y su traslado se realiza a través de floema y xilema. A la fecha, se han identificado cerca de 112 giberelinas diferentes y se

denominan sucesivamente GA_1, GA_2, GA_3, etc. El GA_3 es el único de uso comercial y se conoce como ácido giberélico (Marassi, 2015).

Las giberelinas son un tipo de regulador de crecimiento que afecta a una amplia variedad de fenómenos de desarrollo en las plantas, incluidas la elongación celular y la germinación de las semillas (Iglesias et al., 2008).

Las giberelinas se sintetizan en los meristemos apicales, hojas jóvenes y embriones (Alcántara et al., 2019).

2.2.1.1. Importancia de las giberelinas.

Las giberelinas son importantes reguladores de crecimiento que participan en diversos procesos metabólicos, al igual son promotores de la iniciación enzimática en el proceso de germinación como lo indica (Alcántara et al., 2019; Iglesias et al., 2008), también participa en diferentes concentraciones, dependiendo de los estadios de las semillas.

Las giberelinas, en general, favorecen la elongación celular, sobre todo de forma muy específica en plantas que son mutantes enanos o en aquellas que de alguna forma tienen reprimidos los genes de la ruta biosintética de giberelinas (Jordán y Casaretto, 2006).

La aplicación de giberelinas a plantas genéticamente enanas revierte este carácter y produce plantas de apariencia normal. Otro efecto característico de las giberelinas es reemplazar los requerimientos de luz para germinar en semillas fotosensibles y sustituye los requerimientos de frío o de día largo necesarios para la floración de muchas especies. Las giberelinas también actúan en la latencia (dormancia) tanto de yemas vegetativas como de semillas. Se ha observado un incremento de las giberelinas endógenas asociado a la ruptura del período de dormancia y por otra parte se ha visto

que aplicaciones de AG_3, frecuentemente inducen la ruptura de la latencia (Iglesias et al., 2008).

Las giberelinas desempeñan un papel fundamental tanto en el crecimiento embrionario como en la germinación de la semilla (Jordán y Casaretto, 2006), en semillas germinantes estimulan la producción de enzimas ya que las giberelinas activan la secreción de enzimas.

2.2.1.2. Funciones de la giberelina.

Sus principales funciones son la interrupción del período de latencia de las semillas haciéndolas germinar, la inducción del desarrollo de yemas, frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo, así como también la elongación de órganos axiales (Iglesias et al., 2008)

Las giberelinas tienen un número de efectos sobre el desarrollo vegetal de una planta que estimulan el rápido crecimiento de tallos. Según Alcántara *et al.* (2019) las giberelinas inducen divisiones mitóticas en las hojas de algunas especies, están implicadas directamente en el control e incrementan la tasa de germinación de semillas. La influencia de las giberelinas sobre el crecimiento puede efectuarse a través de cada una de las regiones del tallo que contribuyen al crecimiento longitudinal: el meristemo apical, el subapical y la zona de elongación.

2.2.2. Ácido giberélico.

El ácido giberélico (AG_3) es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas. La respuesta fisiológica de los vegetales tratados dependerá del estado de desarrollo en que se encuentran, el desarrollo de las plantas tanto en el aspecto de crecimiento está regulado por la acción del ácido giberélico (Iglesias et al., 2008).

El ácido giberélico es una fitohormona que se encuentra en plantas, cuando se encuentra purificada, que según sostiene Iglesias et al. (2008) es un polvo cristalino blanco a pálido amarillo, soluble en etanol y algo soluble en agua que promueve el crecimiento y la elongación celular de las plantas.

El ácido giberélico (AG_3) puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura a la vez es un fitorregulador del crecimiento caracterizado por sus efectos fisiológicos y morfológicos, actúa a concentraciones extremadamente bajas; es traslocado en el interior de la planta y generalmente, sólo afecta a las partes aéreas (Alcántara et al., 2019; Iglesias et al., 2008).

2.2.2.1. Importancia del ácido giberélico.

El ácido giberélico se caracteriza por sus acciones fisiológicas y morfológicas en las partes áreas de las plantas. Así, con su aplicación en bajas concentraciones, acelera el desarrollo vegetativo y la multiplicación celular de las hojas, flores o frutos. La redacción de ÁCIDOS.INFO (2018) mencionan que estas hormonas aceleran el crecimiento del tallo principal en un solo eje, sin importar las condiciones del tiempo después de un tratamiento, también, apresura la germinación de las semillas e induce al brote de bulbos o tubérculos, suprimiendo los efectos producidos por algunos virus.

El ácido giberélico (AG_3) es una sustancia que confiere a la semilla al desarrollo del talluelo que emerge de la semilla (Hartmann te al 1997; citado por Borboa-Flores et al., 2016); a la vez que incentiva a la síntesis de proteínas en el proceso de la germinación, así como también incentivan en el desarrollo de la radícula, rompe la dormancia al promover la síntesis de enzimas involucradas en la movilización de sustancias de reserva, la viabilidad de la

semilla, definida como la capacidad de una semilla para germinar, determina su posterior éxito germinativo.

2.2.2.2. Función del ácido giberélico.

Acelera el crecimiento vegetativo de los brotes produciendo plantas más grandes. Este efecto se debe principalmente a la elongación de las células, pero en algunos casos, la multiplicación celular también se ve incrementada.

Aumenta la formación de frutos, estimula la floración temprana y tiene la propiedad de inducir la formación de frutos en algunas especies, rompe la dormición de las semillas y órganos vegetativos, acelerando la germinación de algunas semillas.

Refuerza la dominancia apical, los arbustos enanos pueden verse estimulados a crecer con un solo eje principal. Sin embargo, en algunas circunstancias, puede romper esta dominancia esto se ha notado en rosales que normalmente tienen un tallo principal largo y que producen numerosos brotes laterales después de un tratamiento (Weaver et al., 1976).

Estimula la floración, se nota especialmente en las especies bienales que se ven estimuladas a florecer sin la exposición necesaria a temperaturas bajas. Plantas con requerimientos específicos de iluminación diaria, florecen en condiciones normalmente inapropiadas de horas luz/día después de un tratamiento con GA_3 (Weaver et al., 1976).

2.2.3. La semilla

Para Doria (2010), es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas; que desempeña función

fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica (Doria, 2010).

La semilla deriva del óvulo fecundado y, a su madurez, contiene el embrión y las sustancias de reserva rodeados por el tegumento seminal el episperma, el embrión se halla en estado latencia y la ubicación y origen de los tejidos que acumulan las reservas pueden ser variables. También puede ser distinta la posición del embrión.

La semilla es uno de los principales recursos para el manejo de poblaciones de plantas, para la reforestación, para la conservación del germoplasma vegetal y para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas. La semilla, simiente o pepita como se le conoce, es la parte del fruto que da origen a una nueva planta y es la estructura mediante la cual las plantas se propagan; las plantas que tienen semilla se llaman espermatofitas.

2.2.3.1. Anatomía de la semilla

Después de la fertilización el huevo comienza a dividirse hasta formar el embrión de una nueva planta, las cubiertas exteriores o tegumentos originarán la cubierta de la semilla (Camacho, 2019); las otras células del tejido central en algunos casos originarán el endospermo, que contiene las reservas de la semilla que serán utilizadas en el desarrollo inicial de la nueva planta. En muchas especies el endospermo no se forma y es el embrión el que acumula las sustancias de reserva, generalmente en los cotiledones u hojas embrionarias, que pueden llenar todo el interior de una semilla.

En la naturaleza se encuentran infinidad de variantes en la estructura de las semillas; por ejemplo, en las semillas pequeñas el embrión puede poseer un

cúmulo de pocas células o tener ya la forma de una pequeña planta en la que se distinguen claramente la radícula, los cotiledones u hojas embrionarias, la plúmula de la cual se desarrollará el tallo y el hipocótilo, conectando entre sí todas las estructuras (Vázquez et al., 1997).

2.2.3.2. Composición química de la semilla

La composición química de las semillas es variable, se puede hablar por un lado de un conjunto de compuestos que está presente en todos los tejidos y por el otro de un conjunto de compuestos de almacenamiento de reservas que está presente en las semillas en grandes cantidades (Weaver et al., 1976). Además, muchas semillas presentan distintos tipos de compuestos secundarios, cuya presencia y tipo son muy variables. En general se puede decir que las proteínas que se encuentran en las semillas difieren en composición química y propiedades con respecto a las proteínas presentes en otras partes de la planta; asimismo, hay gran cantidad de lípidos, lo cual no es frecuente en otros tejidos vegetales.

Las reservas que se almacenan en las semillas están divididas en tres clases: proteínas, carbohidratos y lípidos (Vázquez et al., 1997). Los compuestos utilizados en el metabolismo de la respiración durante los primeros períodos de germinación son los azúcares y oligosacáridos en base al peso seco de las semillas, los principales constituyentes son: Carbohidratos (almidón, celulosa, hemicelulosa, pectinas, etc.), proteínas, lípidos (aceites), fibras y cenizas, la proporción relativa de éstos varía considerablemente debido a las especies, cultivares y también a las condiciones de crecimiento bajo las cuales las semillas son producidas.

Las semillas se pueden dividir en función del tipo de material que almacena reservas. En algunas son principalmente los carbohidratos y en otras son los lípidos o grasas, predominando estas últimas (Vázquez et al., 1997).

2.2.3.3. Viabilidad de la semilla

La viabilidad de la semilla es la capacidad que tiene de germinar y generar una planta, un lote de semillas no pierde su viabilidad de forma repentina, la proporción de semillas capaces de germinar disminuye progresivamente a lo largo del tiempo (Pérez & Pita, 2001). Las condiciones del almacenamiento (fundamentalmente la temperatura y la humedad) afectan esta capacidad de mantenerse viables (vivas) así también el manipuleo durante la cosecha y el transporte pueden afectar la viabilidad de las semillas en la medida que se daña la testa.

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar (Weaver et al., 1976), es un periodo variable y depende del tipo de semillas y de las condiciones de almacenamiento. Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, puede haber semillas que germinan, todavía, después de decenas o centenas de años, se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas.

La viabilidad es la cualidad de una semilla de ser potencialmente capaz de germinar, considera que una semilla capaz de germinar, es una semilla viva por lo que una semilla, no viable es una semilla muerta (Pita & Pérez, 1998).

2.2.3.4. Latencia en semillas

Las semillas latentes son aquellas que no tienen la capacidad de germinar en un momento determinado bajo condiciones de factores ambientales como la temperatura, luz, humedad, entre otras. Pérez & Pita (2001) mencionan que las semillas viables que no germinan aun en condiciones favorables se denomina semillas latentes.

El estado de dormición, latencia o letargo es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación (Weaver et al., 1976)

A menudo sucede que algunas semillas rodeadas de lo que podría llamarse un ambiente óptimo para germinación, temperatura y agua favorables, buena disponibilidad de oxígeno, no logran germinar. Vázquez *et al.*(1997), menciona que a este fenómeno se denomina latencia de semillas.

2.2.3.5. Longevidad de la semilla

Es el tiempo que las semillas permanecen viables, puede haber semillas que germinan después de decenas o centenas de años y esto se puede dar en semillas con una cubierta seminal dura. La longevidad media de la mayoría de las especies varía entre los 5 y 25 años (Pérez & Pita, 2001).

La longevidad de un lote de semillas es el tiempo que pueden mantenerse viables en unas determinadas condiciones de temperatura y contenido de humedad. De forma natural las semillas presentan una longevidad que varía entre especies, muchas especies de leguminosas pueden conservar la capacidad de germinar durante I50 a 200 años, estas diferencias se manifiestan

incluso entre diferentes subespecies, cultivares o líneas genéticas (Weaver et al., 1976).

2.2.3.6. Vigor de la semilla

El vigor de un lote de semillas se define como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas (Weaver et al., 1976).

El vigor puede definirse como la condición de buen estado sanitario y natural robustez de una semilla, que luego de sembrada permite que la germinación ocurra rápidamente y se complete bajo un amplio rango de condiciones ambientales (Vázquez et al., 1997).

2.2.3.7. Deterioro de la semilla

El deterioro en semillas es considerado como un proceso inexorable, inevitable e irreversible que causan la reducción en la calidad de semilla, luego que ésta ha alcanzado su nivel máximo y que culmina con la pérdida completa de su viabilidad.

El deterioro es mínimo en la etapa de madurez fisiológica y la tasa de deterioro es variable entre especies, variedades, híbridos, lotes de semilla de una misma especie e inclusive varia dentro de semillas individuales de un mismo lote (Delouche, 1990). Algunas de las manifestaciones del deterioro de semillas son:

- Cambios en el color.
- Disminución de la tolerancia a condiciones desfavorables de almacenamiento.
- Reducido crecimiento de plántulas.

- Disminución de la capacidad germinativa e incrementos de plántulas anormales.
- La viabilidad declina a la larga y finalmente todas las semillas mueren.

2.2.3.8. Importancia de la semilla.

La semilla es un órgano de gran importancia para la planta ya que cumple las funciones de dispersión, protección y reproducción de la especie (Delouche, 1990).

Es el insumo imprescindible para la agricultura para transferir tecnología de producción eficiente y apropiada al medio rural, es la única forma de difundir los logros alcanzados por la genética (ciencia) con fines económicos (Delouche, 1990). Es parte del capital básico inicial de una inversión, en un proceso productivo agrícola constituye la unidad de supervivencia y propagación de cualquier especie vegetal.

2.2.3.9. Función de la semilla

La función principal de la semilla es perpetuar la especie, dando vida a una nueva planta idéntica a la anterior (Doria, 2010). Cada especie logra su objetivo en forma diferente, produciendo gran cantidad de semillas o envolviendo las semillas en duras capas que se van ablandando con las lluvias y el frío invernal para germinar

2.2.4. Germinación

La germinación es un proceso que consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla, es el fenómeno por el cual el embrión pasa del estado de vida latente

en que se encuentra la semilla a un estado de vida activa (De la Cuadra, 2002). En otras palabras, es el desarrollo y transformación del embrión en una nueva y pequeña planta, algunas semillas presentan dormancia externa e interna, por ello según estudios se recomienda utilizar tratamientos pre - germinativos para romper la dormancia, uno de ellos es el ácido giberélico siendo un factor muy importante para lograr la germinación de las semillas y para su posterior desarrollo, principalmente cuando se trabaja en cultivos in vitro

La germinación es el desarrollo de las estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta sana y con capacidad de establecerse en condiciones favorables (Zeballos y . Flores, 2003). Mediante la germinación se estima la máxima proporción de semillas que podrán emerger en condiciones óptimas dando origen a plántulas normales, con potencial para establecerse y crecer.

2.2.4.1. Etapas de la germinación

La germinación de las semillas comprende tres etapas según De la Cuadra (2002), Delouche (1990) y Pérez & Pita (2001).

- **Etapa de hidratación**

  La primera etapa de la germinación también conocida como activación, consiste en la que la semilla absorbe agua y el contenido de humedad al principio se incrementa con rapidez luego se estabiliza. La absorción inicial implica la imbibición del agua por coloides de la semilla seca la cual suaviza las cubiertas de la misma e hidrata al protoplasma, la actividad de la síntesis de las enzimas empieza muy rápidamente después del inicio de la germinación a medida que se hidrata la semilla.

El desarrollo de la semilla y su germinación representa un sistema biológico en el cual el metabolismo de las células es activada o suspendida mediante el control de flujo de información genética del ADN de la semilla la cual implica dos procesos básicos: transcripción de instrucciones genéticos del ADN para formar moléculas específicas de ARNm, traducción de esa información por medio de otro grupo de moléculas ARNt para sintetizar proteínas específicas.

- **Etapa de digestión y translocación**

  En el endospermo, los cotiledones, el perispermo o en el gametofito femenino (coníferas) se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos, estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

  Las proteínas almacenadas, presentes en la mayoría de las semillas, son una fuente de aminoácidos y de nitrógeno esencial para la planta en crecimiento. El almidón presente en muchas semillas como una fuente de energía la cual se convierte en azúcar, los patrones metabólicos que ocurren durante la germinación implican la activación de enzimas especificas en la secuencia apropiada y la regulación de su actividad, el control puede ser ejercido dentro de las células por varios procesos bioquímicos y pueden depender de la presencia de sustancias químicas u hormonas.

- **Etapa de crecimiento**

  El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separado del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la planta, la iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es independiente de la iniciación de la elongación celular.

Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementa el peso fresco y el peso de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento, la tasa de respiración medida por la absorción de oxígeno aumenta considerablemente con el proceso de crecimiento.

Finalmente, los tejidos de almacenamiento de la semilla dejan de intervenir en las actividades metabólicas, excepto en aquellas plantas en que los cotiledones salen a la superficie del suelo y se vuelven activos en la fotosíntesis. La absorción del agua aumenta en forma constante a medida que las nuevas raíces exploran el medio de germinación y el peso fresco de la plántula aumenta.

2.2.4.2. Factores que influyen en el proceso de germinación

Es preciso considerar a la germinación como un proceso cinético, el cual puede evaluarse midiendo adecuadamente la velocidad de germinación de cada muestra o población estudiada (Razo, 2015).

Factores intrínsecos que regulan la germinación: limitaciones físicas de los tegumentos que actúan como barrera a la penetración de sustancias, existencia de bloqueos metabólicos, presencia de inhibidores, la viabilidad y la longevidad (Llallana et al., 2005).

Factores extrínsecos que regulan la germinación: agua, dióxido de carbono, oxígeno, temperatura y la luz. Para cada especie y factor existe un rango dentro del cual varía de acuerdo a los límites en que se puede dar la germinación.

2.2.4.3. Tipos de germinación

Podemos distinguir dos tipos de germinación: hipogea y epigea (Jara, 1996).

Germinación hipogea: En la mayoría de las especies, los cotiledones permanecen sobre o bajo el suelo. El punto de crecimiento (epicótilo) que está sobre los cotiledones comienza a crecer rápidamente formando un brote que termina en hojas rudimentarias (plúmula). La plúmula se dobla hacia atrás mientras que el brote sale del suelo, pero eventualmente se vuelve hacia la luz, y forma las primeras hojas de la plántula, durante este período, los nutrientes de los cotiledones son absorbidos hasta secarse. Luego la plántula se nutre por si sola mediante la raíz y las hojas verdes con capacidad de fotosíntesis (Jara, 1996).

Germinación epigea: En otras especies, el hipocótilo comienza a crecer rápidamente una vez que la radícula está suficientemente desarrollada, esto generalmente hace que brote un arco fuera del suelo. El hipocótilo se hace más fuerte y los cotiledones se expanden, se vuelven verdes y comienzan a funcionar como hojas. Durante este tiempo la cubierta de la semilla se cae. Poco después el epicótilo comienza a crecer y la plúmula se desarrollará para producir las primeras hojas verdaderas. Si la semilla tiene un endosperma, este es absorbido por los cotiledones durante el crecimiento inicial (Jara, 1996).

2.2.5. Pastizal

Se llama pastizal a aquella extensión de terreno que se caracteriza por la presencia de un pasto abundante. Estos ecosistemas en los que abundan las hierbas que crecen de manera silvestre pueden ser naturales o ser el resultado de la creación humana para criar ganado, darles de comer a vacas, ovejas, entre otros (Ucha, 2015).

Para Demanet (2013), los pastizales son ecosistema con predominio de especies y comunidades vegetales destinadas al consumo animal. El pastizal involucra los ecosistemas de praderas y pasturas, que corresponde a una clasificación destinada a distinguir en forma certera a los ecosistemas naturales y naturalizados de los intervenidos por el hombre con especies exóticas.

2.2.6. Praderas naturales

Demanet (2013), define las praderas naturales como "ecosistemas constituidos por especies naturales (nativas) y naturalizadas; en donde las especies nativas, son aquellas que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual), acorde con su potencial de dispersión natural; sin la ayuda o intervención del ser humano y forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Las especies naturalizadas, a diferencias de las nativas, son exótica introducida en un área o lugar que por sus características (similitud ambiental al área de distribución original o condiciones adecuadas), permite el establecimiento de poblaciones autosuficientes en vida libre (Demanet, 2013).

La pradera natural, constituye el principal recurso forrajero para la ganadería de las zonas altoandinas. Estas praderas nativas altoandinas, están compuestas por numerosas plantas nativas (Mamani et al., 2013).

Según Programa de Adaptación al Cambio Climática – PACCPerú, Las praderas naturales cubren casi el 12% del territorio del país y el 70% de la superficie agropecuaria en la zona altoandina, distribuidas especialmente en las regiones de Puno, Cusco, Ayacucho y Arequipa (PACCPerú, 2014).

Del mismo modo, el Programa de Adaptación al Cambio Climática – PACCPerú, las praderas naturales tienen una gran capacidad para reducir la escorrentía e incrementar la infiltración del agua en el suelo para así producir forrajes para la alimentación del ganado (PACerú, 2014).

2.2.6.1. Importancia de los pastizales.

En el mundo, las praderas naturales proveen el 75% del forraje para animales domésticos y el 99% para animales silvestres (Ávila, 2013). Las pasturas naturales son fuente básica de alimento y proteína para la ganadería altoandina; es protector de cuencas hídricas, hábitat para fauna silvestre para la conservación del suelo, fauna, fuente de combustible y fuente de nutrición para el ganado (Ávila, 2013).

Para Mamani et al. (2013), la pradera nativa es la segunda biomasa natural con mayor superficie que cubre el país, después de los bosques. Además, las pasturas naturales altoandinas constituyen un recurso forrajero importante para la ganadería altoandina (vacunos, ovinos, llamas, alpacas y vicuñas).

Del mismo modo Mamani et al. (2013), sostiene que la importancia de las pastizales naturales radican en que, en la zona altoandina el principal uso de la pradera nativa es el pastoreo de ganado doméstico cuya población representa más del 80 % del total nacional, y representa la principal actividad económica de sus pobladores. Este potencial ganadero de la pradera nativa radica en la presencia de especies con buen valor forrajero, calidad nutritiva, palatabilidad y la gran superficie de pastizales de buena aptitud para el pastoreo (Mamani et al., 2013).

Para el Programa de Adaptación al Cambio Climático - PACCPErú (2014), la importancia de las praderas naturales radican en que los pastos naturales son la mayor fuente de alimentación de la ganadería, actividad principal de las

familias que habitan en zonas de alta montaña, y que genera gran parte de los ingresos económicos, esto debido a que los pastos naturales de la sierra alimentan al 73% del ganado vacuno, al 94% de ovinos y al 100% de las alpacas.

Tienen gran importancia porque protegen al suelo de la erosión y ayudan a la infiltración, contribuyendo a regular la cantidad del agua de escurrimiento. Además, constituyen la base de la producción ganadera del país, principalmente en las comunidades campesinas (PACCPerú, 2014).

2.3. Definición de términos

Abscisión: Es un término usado habitualmente en botánica para el proceso por el cual una planta pierde una o más partes de su estructura, como pueden ser la hoja, un fruto, una flor o una semilla.

Concentración: Es un proceso de reunir un determinado punto lo que se encontraba separado, de reducir en varias partes o sustancias el líquido para disminuir su volumen y la capacidad de madurar profundamente.

Cubierta seminal: La semilla en última instancia no es más que un embrión rodeado por varias capas de células con distinta estructura y función.

Dormición: Es un proceso mecánico y fisiológico que impide la germinación en condiciones apropiadas.

Endosperma: Es la capa más íntima de la semilla, en contacto directo con el embrión, al que tiene la misión de nutrir. Procede, por sucesivas mitosis, del núcleo triploide formado por la unión de uno de los núcleos espermáticos del polen y los dos núcleos polares del saco embrionario.

Hipocótilo: Porción del tallo de un embrión o de la plántula situado entre los cotiledones y la radícula.

Hormonas: Sustancia química producida por un órgano, o por parte de él, cuya función es la de regular la actividad de un tejido determinado.

Latencia en semillas: Las semillas latentes son aquellas que no tienen la capacidad de germinar en un momento determinado bajo condiciones de factores ambientales como la temperatura, luz, humedad, entre otras, las mismas condiciones que en otros casos resultan favorables para su debida germinación.

Pastos: Alimento constituido por la parte aérea de las plantas y que es consumido por los animales directamente.

Porcentaje de germinación: capacidad de germinación, proporción de una muestra de semilla que ha germinado en forma normal en un periodo de prueba especifico generalmente expresada como un porcentaje.

Plántula: etapa del desarrollo del esporófito, que comienza cuando la semilla sale de su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas no cotiledonares.

Plúmula: A veces se denomina así al ápice vegetativo embrionario, embrión que nace.

Radícula: Raíz embrionaria

Semilla inviable: semilla que no tiene la capacidad de producir una nueva planta.

Testa: Es la cubierta externa de la semilla (episperma) cuando se vuelve dura y resistente. Procede de los tegumentos del primordio seminal.

Translocación: Es un cambio de localización generalmente se refiere a la genética cuando parte de un cromosoma se transfiere a otro cromosoma, los cromosomas son los que portan genes transportan la información hereditaria.

2.4. Hipótesis

Ha = Existe efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de los pastos naturales.

Ho = No existe efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de los pastos naturales

2.5. Identificación de Variables

Variable independiente:

- Concentración del ácido giberélico

Variable dependiente:

- Germinación de las semillas
- Tiempo de germinación

2.6. Operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Escala
Germinación de semillas	%	Proporción
Tiempo de germinación	Número de días	Intervalo
Concentraciones del ácido giberélico	0, 300, 600 y 900 ppm	Proporción

Fuente: Adaptado de Palella y Pestana, 2012

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Pastos de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicado a 3680 m.s.n.m. en la ciudad universitaria - Paturpampa, del distrito, provincia y departamento de Huancavelica, a una temperatura promedio de 15°C (SENAMHI, 2020).

3.2. Tipo investigación.

El estudio es de tipo aplicativo, puesto que busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo (Lozada, 2014).

Los estudios de nivel aplicativo están dirigidos a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos que se estudian. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández et al., 20014).

3.3. Nivel de investigación.

El estudio pertenece al nivel explicativo, puesto que explica el comportamiento de la germinación de las semillas en función a las giberelinas (Supo, 2012).

Los estudios explicativos pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (Hernández et al., 20014).

3.4. Método de investigación

El método de investigación puesta en el presente trabajo fue el método científico, ya que es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica (Tamayo y Tamayo, 2003).

EL método considerado en la presente investigación, método científico es un conjunto de procedimientos para verificar o refutar hipótesis o proposiciones sobre hechos o estructuras de la naturaleza (Carrasco, 2005).

3.5. Diseño de Investigación:

El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk} = Representó la respuesta de la k-ésima repetición en el i-ésimo nivel del factor A (concentraciones de giberelina) y j-ésimo nivel del factor B (especies de pastos naturales).

μ = Media general

α_i = El efecto que produce el i-ésimo nivel del factor A (Giberelina).

βj = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (especies de pastos naturales).

δij = Efectos de interacción, para cada combinación de los niveles de los factores

εijk = Error asociado a la observación ijk-ésima

El diseño estadístico que se utilizó fue el completamente al azar con arreglo factorial de 4*3*4. El factor A, estuvo representado por el ácido giberélico y sus concentraciones T0, T1, T2 y T3; y el factor B, representado por las especies de los pastos naturales (*Cari, Cavi y Fedo*) y con cuatro repeticiones por tratamiento. Se realizarán los análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación de semillas de las especies de los pastos naturales sometidos a las diferentes concentraciones del ácido giberélico con un nivel de significancia del 95%, para la comparación de medidas de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey con 5% de error, utilizando el paquete estadístico R Studio.

3.6. Población, Muestra, Muestreo.

3.6.1. Población

La población fue constituida por 4800 semillas de pastos naturales, los mismos que fueron recolectados del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos (CIDS) – Lachocc.

La población fue determinada, teniendo en cuenta la metodología propuesta por Pita y Pérez (1998); quienes proponen que una de las formas más sencillas para determinar el porcentaje de germinación de las semillas es sembrando 100 semillas en una placa Petri.

3.6.2. Muestra.

Para la evaluación del porcentaje, el tiempo y el poder germinativo de semillas se tomaron el total de las semillas; los mismo que fueron divididos en un grupo de 1600 semillas por cada especie de pasto natural.

Por otro lado, la muestra se determinó en base a la metodología propuesta por Pita y Pérez (1998). Con base en ello, la cantidad de semillas recogidas y seleccionados, fueron homogeneizados para cada especie, teniendo en cuenta las placas Petri disponibles en el laboratorio al momento de la realización del ensayo de germinación.

La distribución y siembra de las semillas de los pastos naturales se realizó en 16 placas Petri para cada especie, sembrando 100 semillas por placa, y teniendo en cuenta 4 tratamientos, en donde para cada tratamiento se consideró cuatro repeticiones.

3.6.3. Muestreo

El muestreo aplicado para el trabajo fue del tipo intencional, un muestreo no probabilístico. El muestreo consistió en tomar los casos agrupados según alguna característica (especies de semilla), donde se seleccionó según criterio de los investigadores (Carrasco, 2005).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica.

La técnica de recogida de datos fue la observación, que consiste en la percepción sistemática y dirigida a captar los aspectos más significativos de los objetos, hechos, realidades sociales y personas en el contexto donde se desarrollan normalmente (Carrasco, 2005).

La recolección de datos mediante la observación es un proceso intencional de captación de las características, cualidades y propiedades e los objetos y sujetos de la realidad, a través de nuestros sentidos o con la ayuda de poderosos instrumentos que amplían su limitada capacidad (uso de lupas y microscopio electrónico en este caso) (Carrasco, 2005; R. Hernández et al., 2014).

3.7.2. Instrumento.

El instrumento utilizado fue la ficha de observación, donde se anotaron día a día todos los datos de interés para la investigación (Carrasco, 2005).

La ficha de observación se emplea para registrar datos que se generan como resultados del contacto directo entre el observador y la realidad que se observa (Carrasco, 2005).

3.8. Procedimiento de recolección de datos

A nivel de campo:

Se realizó un sondeo para verificar el estado vegetativo de las praderas naturales y la presencia de las especies de pastos naturales más dominantes, en donde:

- Las semillas de *Festuca dolichophylla* se recogieron de sitios húmedos del predio Tambocucho.
- Las semillas de *Calamagrostis vicunarum* se recogieron de la cancha Lazapata.
- Las semillas de *Calamagrostis rigescens* se recolectaron de las canchas de Ranramocco y Tambucucho.

A nivel de Laboratorio:

Los datos se obtuvieron en el laboratorio de pastizales, desde el conteo y selección de las semillas para cada especie, hasta inicio y culminación de germinación de las mismas.

Recolección de datos para el porcentaje de germinación.

Se realizó la selección de las semillas viables (por especie), las cuales fueron depositadas en placas Petri. Para la determinación de la concentración del ácido giberélico en la germinación de las semillas de pastos naturales *Cari, Cavi y Fedo*, se evaluaron las concentraciones 0; 300; 600 y 900 pm de AG_3, para la cual se realizó la siembra con un tiempo de remojo de 15 minutos para cada tratamiento, con cuatro repeticiones por especie, generando así 48 unidades experimentales, con 100 semillas por placa Petri.

Las semillas tratadas se sembraron en placas Petri con papel filtro como base, la cual tuvo la función de mantener la humedad que requieren las semillas durante el proceso de germinación de las semillas.

Para determinar el tiempo de germinación.

Para el tiempo de germinación se contó el número de días desde que apareció la primera plántula hasta que se detuvo el proceso. Esto se realizó diariamente por observación directa, registrando los datos de germinación diaria y humedeciendo las semillas con agua destilada y utilizando aspersor manual.

Para determinar el tiempo de germinación, se dividió las semillas germinadas entre el periodo que las semillas tomaron en germinar.

Para evaluar el poder germinativo.

Se calculará con el porcentaje de germinación total al finalizar el ensayo. Para determinar el porcentaje se utilizó la fórmula:

PG=SG/M

Dónde: PG = porcentaje de germinación, SG = semillas germinadas y M = tamaño de muestra.

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Información.

Los datos obtenidos en el proyecto de investigación, fueron ordenados en el programa Microsoft Excel 2016, posterior a ello se hizo un análisis exploratorio. Para el proceso de análisis se utilizó el paquete estadístico R Studio.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

Tabla 1. Análisis de varianza de los factores y su efecto en la germinación de semillas de pastos naturales

F.V	SC	gl	F	p-valor
Especie	4363,04	2	939,31	<0,0001 ***
Tratamiento	137,83	3	0,83	0,4873
Especie*Tratamiento	1525,79	6	4,58	0,0015 **
Error	1998,00	36		
TOTAL	8024,67	47		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

La Tabla 1, detalla la alta significancia estadística del factor especie de pastos naturales ($p<0.01$) sobre la germinación de las semillas de pastos naturales; lo que significa que, la germinación de las semillas de cada especie (*Calamagrostis rigescens*, *Fesctuca dolichophylla y Calamagrostis vicunarum*) son diferentes e independientes.

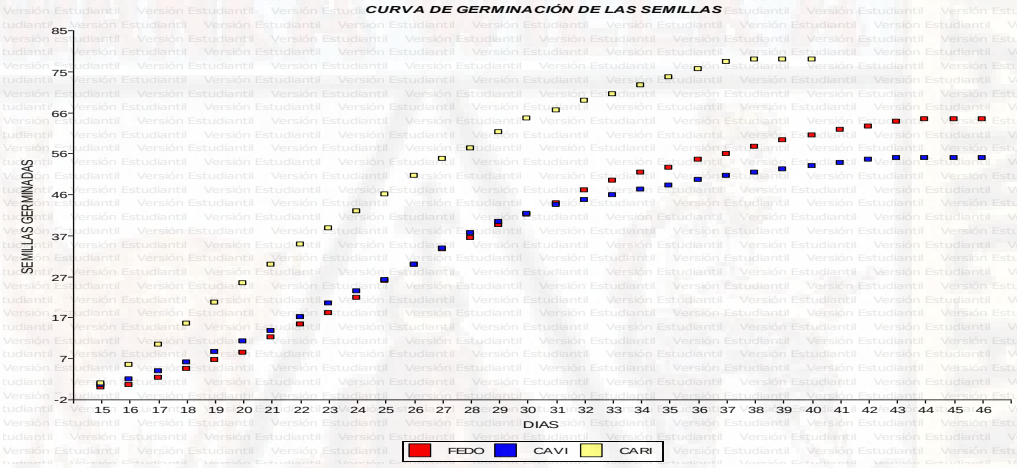
Del mismo modo, muestra el efecto no significativo ($p> 0.05$) del factor tratamiento (concentraciones de giberelina) sobre la germinación de las semillas de pastos

naturales; que expresa que, la adición de las distintas concentraciones de giberelinas no muestran efectos estadísticamente diferentes.

Según el análisis estadístico, en la presente investigación el ácido giberélico no tuvo efecto significativo ($p>0.05$) en germinación de semillas de pastos naturales.

Por otro lado, muestra el efecto estadísticamente significativo ($p<0.05$) de la interacción de los factores semilla y tratamiento, sobre la germinación de las semillas de pastos naturales en condiciones de laboratorio.

Figura 1. Curva de germinación de las diferentes especies de semilla de pastos naturales.



Nota: Elaboración propia (Extraído de InfoStat).

En la Figura 1, se observa la curva de germinación de las semillas (en sus distintas especies). La figura muestra claramente el corto tiempo y mayor germinación de la especie *Calamagrostis rigescens* (21.7 días). Mientras tanto las otras semillas (*Fesctuca dolichophylla y Calamagrostis vicunarum*), tomaron mayor tiempo y germinaron en menor porcentaje.

Concentración de ácido giberélico en la germinación de semillas:

Tabla 2. Análisis de varianza del efecto del ácido giberélico en la germinación de las semillas

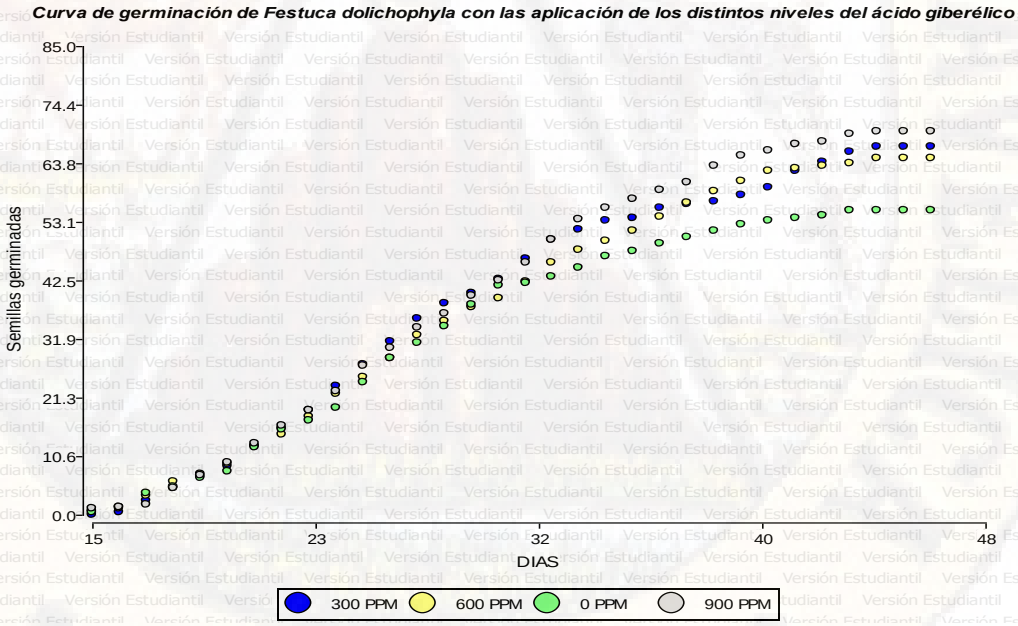
F.V	SC	GL	F	p-valor
Tratamiento	138	3	0,256	0,856
Error	7887	44		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

La Tabla 2**,** muestra el efecto estadísticamente no significativo (p>0.05) de los diferentes niveles del ácido giberélico (Tratamiento), sobre la germinación de las semillas de pastos naturales.

En la presente investigación, la aplicación de las giberelinas no tuvo efectos estadísticamente significativos; ello indica que da lo mismo utilizar las giberelinas en sus diferentes proporciones o no, puesto que sus efectos en las variables estudiadas no son distintos.

Figura 2. Curva de germinación de Festuca dolichophylla con la aplicación de los distintos niveles del ácido giberélico.



Nota: Elaboración propia (Extraído de InfoStat).

En la *Figura 2*, se muestra la curva de germinación de la especie *Festuca dolichophylla,* con la aplicación de las distintas concentraciones del ácido giberélico. La gráfica denota el alto porcentaje de germinación de la *Fedo* con la aplicación de 900 ppm de giberelina. Mientras cuando no se aplica la giberelina (0 ppm), la germinación es baja.

Tabla 3. Promedios y desviación estándar del porcentaje de germinación con la adición de las concentraciones del ácido giberélico.

Tratamiento	Media (%)	Des. estándar	N
900 ppm	*68,33 [a]*	*11,88*	*12*
0 ppm	*65,75 [a]*	*10,77*	*12*
300 ppm	*64,83 [a]*	*18,09*	*12*
600 ppm	*63,75 [a]*	*11,51*	*12*

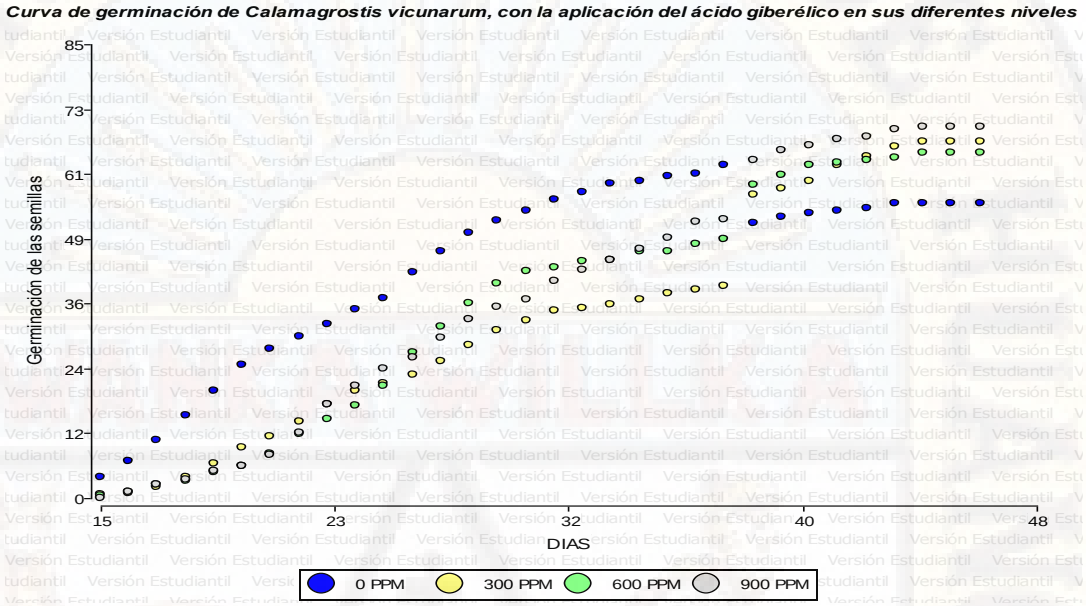
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Por otro lado, la Tabla 3 detalla los promedios y sus respectivas desviaciones estándares del porcentaje de germinación según los niveles del factor ácido giberélico. En la tabla se observa que existe una mayor germinación (respecto a las otras) con la aplicación de una concentración 900 ppm del ácido giberélico. No obstante, la germinación de las semillas aplicados con 900 ppm de giberelinas no son diferentes estadísticamente en la germinación de las semillas, respecto a las aplicados con otros niveles de giberelinas (0, 300 y 600 ppm).

La Tabla 3 muestra que el efecto de los niveles de giberelina (0, 300, 600 y 900 ppm) no son claros, más aún son confusos; puesto que el porcentaje de germinación de las semillas de los pastos naturales con la aplicación de 900 ppm y 0 ppm son similares, que indica que da lo mismo tratar o no a las semillas para su germinación con las hormonas de crecimiento.

La Figura 3, detalla la curva de germinación de la semilla de la especie *Cavi.* En la figura se detalla que la concentración que tuvo mayor geminación dentro de la especie fue 900 ppm.

Figura 3. Curva de germinación de Calamagrostis vicunarum con la aplicación del ácido giberélico en sus diferentes niveles.



Nota: Elaboración propia (Extraído de InfoStat).

Tiempo de germinación de las semillas con el ácido giberélico.

Tabla 4. Análisis de varianza del efecto del factor especie, tratamiento y la interacción en el tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales.

F.V.	SC	gl	F	p-valor
Especie	272,38	2	140,08	<0,0001 ***
Tratamiento	0,83	3	0,29	0,8354
Especie*Tratamiento	19,79	6	3,39	0,0093 **
Error	35	36		
Total	328	47		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

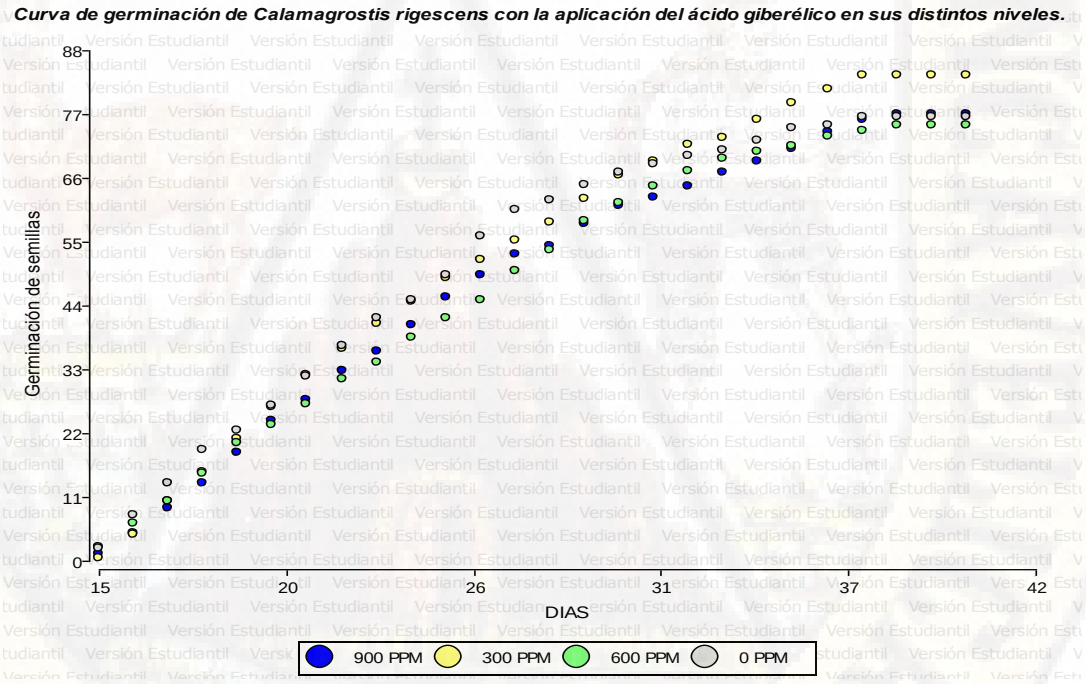
Con respecto al tiempo de germinación con el ácido giberélico; en el presente trabajo se observó la no existencia del efecto estadísticamente significativo (p>0.05) del ácido giberélico sobre el tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales. Por otro lado, el tiempo de germinación se determinó teniendo en cuenta la

germinación de la primera semilla hasta 4 días después de la germinación de la última semilla de los pastos naturales.

La tabla 4, muestra efectos altamente significativos ($p<0.05$) encontrados del factor especie sobre el tiempo de germinación; que indica que las semillas de las diferentes especies de pastos naturales germinan de manera distinta e independiente, germinando unos en menor tiempo y otros en mayor tiempo.

Por otro lado, la interacción especie y ácido giberélico, mostró efectos estadísticamente diferentes ($p<0.05$) sobre el tiempo de germinación de las semillas, de pastos naturales, tal como se muestra en la Tabla 4.

Figura 4. Curva de germinación de Calamagrostis rigescens con ácido giberélico en sus diferentes niveles de aplicación



Nota: Elaboración propia (Extraído de InfoStat).

En la Figura 4, se detalla la germinación de las semillas de *Calamagrostis rigescens*, que germinó en un 83% en 21.69 días, con la aplicación de 300 ppm de ácido

giberélico. La germinación con la aplicación de los otros niveles fue similar entre ellos (0, 600 y 900 ppm).

Tabla 5. Promedio (comparación de medias) y desviación estándar del tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales de acuerdo al tratamiento.

Tratamiento	**Media (días)**	**Desv. estándar**	**N**
0 ppm	25,16 a	3,01	12
300 ppm	24,83 a	2,79	12
600 ppm	25,08 a	2,50	12
900 ppm	24,91 a	2,57	12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el análisis estadístico detallado en la Tabla 5, no se observó diferencias estadísticas entre los promedios ($p<0.05$) de los niveles del ácido giberélico, en el tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales.

De la Tabla 5, se puede mencionar que, es lo mismo aplicar el ácido giberélico o no en sus diferentes concentraciones para poder acortar el tiempo de germinación; puesto que las diferencias entre valores de los efectos generados con las diferentes concentraciones de giberelinas son mínimas y estadísticamente no son significativos.

Tabla 6. Promedio, desviación estándar y comparación de medias del tiempo de germinación de las semillas, de acuerdo a las distintas especies de semilla.

ESPECIE	Media (días)	Desv. estándar	N
Fedo	27,19 [a]	1,16	16
Cavi	26,13 [b]	1,31	16
Cari	21,69 [c]	0,79	16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Fedo: Fesctuca dolichophylla; Cavi: Calamagrostis vicunarum; Cari: Calamagrostis rigescens.

Mientras tanto, en la Tabla 6 se encontraron efectos estadísticamente significativos ($p<0.005$) del factor especie sobre el tiempo de germinación de las semillas.

Además, se observaron diferencias estadísticas entre las medias de las distintas especies de semillas.

Las semillas de *Calamagrostis rigescens*, fueron las semillas que germinaron en menor tiempo (21.7 días), a comparación con las otras especies que germinaron en mayor tiempo. Las semillas de especies *Fesctuca dolichophylla y Calamagrostis vicunarum*, germinaron en 27.19 y 26.13 días, respectivamente (Tabla 6).

Del mismo modo, se observó diferencias estadísticas ($p<0.05$) del periodo de germinación que toman las especies, lo que indica que las semillas de especies de pastos naturales germinan de manera distinta e independientemente de las otras.

Poder germinativo de cada una de las especies.

Tabla 7. Promedio, comparación de medias y desviación estándar del poder germinativo de cada una de las especies.

Especie	Media (%)	Desv. Estándar	N
Fedo	64.06 b	8.28	16
Cavi	54.87 a	12.64	16
Cari	78.06 c	3.95	16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Fedo: Fesctuca dolichophylla; Cavi: Calamagrostis vicunarum; Cari: Calamagrostis rigescens

La Tabla 7, muestra los promedios (en porcentajes) del poder germinativo de las especies de pastos naturales y sus respectivas comparaciones entre promedios. La especie que alcanzó mayor poder germinativo y estadísticamente significativo ($p<0.05$) respecto a las otras, fue la *Calamagrostis rigescens*, que alcanzó un poder germinativo de 78.06 %, mientras las otras especies (*Fesctuca dolichophylla y Calamagrostis vicunarum*), alcanzaron 64.04 % y 54.87 % de poder germinativo.

Además, el poder germinativo de las especies son estadísticamente diferentes, lo que significa que el poder germinativo de las semillas de cada especie es distinto e independiente frente a las otras especies.

Tabla 8. Promedios ± desviación estándar y comparación de medias del poder germinativo (%) de las semillas, de acuerdo a los tratamientos y especies de semillas.

	0 ppm	300 ppm	600 ppm	900 ppm
Fedo	55.25±9.10 ef	66.75±7.54 bcde	64.75±2.87 cde	69.5±6.45 bcd
Cavi	65.50±6.14 bcde	44.00±8.79 g	51.50±10.08 fg	58.5±15.5 def
Cari	76.50±1.91 abc	83.75±2.22 a	75.00±2.45 abc	77.0±1.82 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Fedo: Fesctuca dolichophylla; Cavi: Calamagrostis vicunarum; Cari: Calamagrostis rigescens.

La Tabla 8, demuestra las medias y su desviación estándar del poder germinativo de las semillas respecto a los distintos niveles del ácido giberélico y las distintas especies de semillas de pastos naturales. El mayor poder germinativo (83,75 %) alcanzó la especie *Calamagrostis rigescens* con aplicación de 300 ppm del ácido giberélico. Por otro lado, el menor poder germinativo fue tomado por la especie *Calamagrostis vicunarum* con aplicación de 300 ppm de ácido giberélico, que tomó un valor de 44 % de poder germinativo.

4.2. Prueba de hipótesis

a) Para el desarrollo de la investigación se planteó las siguientes hipótesis:

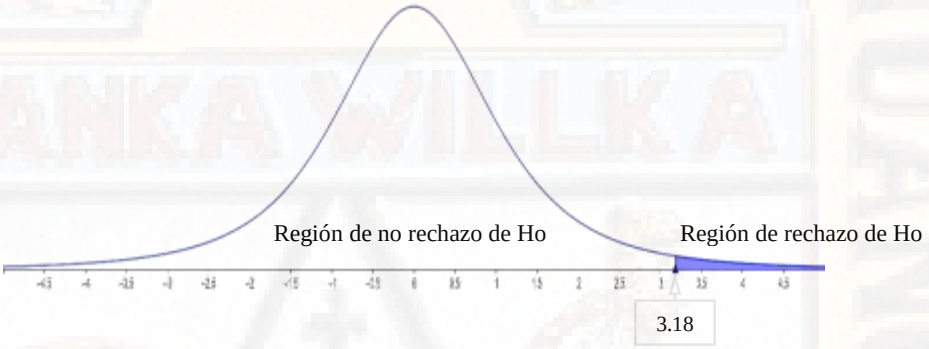
   H_o = No existe efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de los pastos naturales.

   H_1 = Existe efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de los pastos naturales.

b) Por el tipo de información de carácter cuantitativo se empleó la prueba de Tukey, obteniendo los grados de libertad con la siguiente formula: número de observaciones menos 1, resultando 3 (4 concentraciones de giberelina – 1). Asumiendo un valor de $\alpha = 0,05$; se obtuvo el valor de tabla igual a 3,18.

c) Valor crítico del efecto del ácido giberélico sobre el porcentaje de germinación de las semillas de pastos naturales Establecimiento de la región de aceptación y de no aceptación llamado “valor crítico” (Figura 5).

Figura 5. Valor crítico del efecto del ácido giberélico sobre el porcentaje de germinación de las semillas de pastos naturales.



d) Determinación del “t” calculado: 0,4873

e) Toma de decisiones: realizando el cálculo respectivo se determina que el valor de ‘t calculado’ es menor al valor crítico o ‘t tabulado’ (3,18); luego, no se rechazó la hipótesis nula.

Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, que indica la no existencia del efecto del tratamiento (ácido giberélico) en la germinación de las semillas de los pastos naturales.

Por lo tanto**,** se asimila que no existe efecto estadísticamente significativo (p>0,05) del ácido giberélico sobre la germinación de las semillas de pastos naturales.

4.3. Discusión de resultados.

Los resultados de la presente investigación concuerdan con los reportados por Mandujano et al., (2007) y Amador-Alférez et al., (2013) quienes también no

encontraron efecto claro de las giberelinas en el porcentaje de germinación de las semillas.

Además, los resultados sobre el efecto de las giberelinas en la germinación de semillas de pastos naturales, concuerdan con Mandujano et al., (2007), puesto que también no encontraron efectos significativos en la germinación de las semillas de las diferentes especies. Así mismo los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación, están a favor con las conclusiones de Riveros (2012) y Choquecahua (2013), para quienes el efecto de las giberelinas en sus diferentes niveles no fueron satisfactorios y prometedores.

Por otro lado, los resultados con respecto al efecto del ácido giberélico en la germinación de las semillas de pastos naturales son contrarias a los reportados por Araya et al., (2000); Gil y Miranda (2008) y Saldívar-Iglesias et al., (2010); para quienes el efecto de la giberelina fue notorio y positivo. La diferencia se puede deber a la cantidad de ácido giberélico que utilizaron, puesto que hicieron uso de un volumen muy menor (2 ppm).

Del mismo modo, los resultado del presente trabajo son contrarias a los reportados por Gómez-Castañeda et al., (2003), Moncada (2016) y Sánchez (2014), para quienes la giberelina (en sus diferentes concentraciones), estimuló sustancialmente la germinación.

Así mismo, los resultados encontrados en el presente trabajo son contrarias a los reportados por Vaquero (2005); De la Rosa et al., (2012) y Pupiales (2016), para quienes el efecto de las giberelinas en sus distintas proporciones mostraron efectos estadísticamente significativos, aunque Vaquero, utilizó en mayor concentración (3000 ppm) y, con respecto a De la Rosa et al., (2012) y Pupiales (2016), ellos expusieron en NaCl las semillas, antes de la inmersión con AG_3.

Los resultados reportados por Carranza et al. (2016), también son contrarias a las deducciones del presente trabajo, aunque Carranza et al., (2016) aplicó la giberelina en mayor cantidad (1200 ppm) y juntamente con nitrato de potasio. Por otro lado, también son contrarias a los reportes de Llaro (2017) y Lindo-Angulo et al. (2019), quienes encontraron efecto positivo de las giberelinas aplicando en pequeñas cantidades (0, 36, 40 y 50 ppm; y 0 y1 ppm, respectivamente).

Los resultados contradictorios se deberían al tiempo de inmersión (Saldívar et al., 2010; Vaquero, 2005), exposición a la luz (Araya et al., 2000; Choquecahua, 2013; Riveros, 2012), temperatura (Choquecahua, 2013; De la Rosa et al., 2012; Lindo et al., 2019), temperatura de agua donde se expuso (Gil y Miranda, 2008), y las distintas variedades de semilla con que trabajaron todos los autores.

Con respecto al tiempo de germinación, los resultados del trabajo son mejores respecto a los reportados por Vaquero (2005), Saldívar-Iglesias *et al.* (2010), Carranza *et al.* (2016) y Riveros (2012), para quienes el periodo de germinación alcanzó valores de 45 días, 26 días, 30 días y 30 días; respectivamente.

Así mismo los resultados fueron menores respecto a los reportados por Choquecahua (2013) y Sánchez (2014) para quienes los días de germinación tomaron tiempos de hasta 36 días y 34 días, respectivamente.

Con respecto al poder germinativo de cada especie (*Fedo, Cavi y Cari)*, no se encontraron reportes anteriores o antecedentes, a pesar de que, en el presente trabajo de investigación, el factor especie tuvo efectos significativos en la germinación de las semillas. Pero, hay autores que encontraron efectos significativos de las especies de semillas en la germinación de las mismas como son; Amador-Alférez et al., (2013); Lindo-Angulo et al., (2019); Mandujano et al., (2007) y Pupiales, (2016).

Se debe de resaltar el mayor y mejor porcentaje de germinación fue para las semillas de *Calamagrostis rgescens*, alcanzando valores de 78.06 % de poder germinativo en 21 días. La especie que tuvo menor germinación fue la *Calamagrostis vicunarum*, alcanzando un poder germinativo de 54,87 %, en 26 días, mientras la *Festuca dolichophylla*, alcanzó un poder de 64,06 % en 27 días.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que realizó el estudio, se concluye lo siguiente:

1. El efecto de las giberelinas es confuso, puesto que la adición de esta hormona no incrementa ni favorece de manera significativa la germinación de las semillas de los pastos naturales.
2. Aunque no hubo diferencias estadísticas de los efectos de las distintas concentraciones de giberelinas, el segundo tratamiento (300 ppm) fue la que tuvo un efecto mayor, alcanzando valores altos en la germinación de *Calamagrostis rigescens.*
3. No se encontraron efectos significativos de las concentraciones del ácido giberélico, en el tiempo de germinación de las semillas de pastos naturales.
4. El poder germinativo alcanzado por las semillas fue mayor para la especie para *Calamagrostis rigescens,* seguida por la semilla de la especie *Festuca dolichophylla* y por último por las semillas de la especie *Calamagrostis vicunarum.*

Recomendaciones

1. Para el efecto de las giberelinas, se recomienda adecuar el experimento a condiciones homogéneas de luz, temperatura y humedad.
2. Con respecto a las concentraciones de giberelinas, se recomienda estudiar con otras concentraciones diferentes a los estudiados en el presente trabajo.
3. Con respecto al efecto de las giberelinas en el tiempo de germinación, se recomienda la evaluación del efecto de hormona con mayores unidades experimentales.
4. Con respecto al poder germinativo de las distintas semillas, se recomienda trabajar con semillas de especies distintas de pastos naturales.
5. Se recomienda seguir haciendo trabajos experimentales de este tipo, haciendo uso de las hormonas de crecimiento como es el caso de las giberelinas.

Referencias bibliográficas

Acidos. Info. (2018, May 13). Ácido Giberélico » Propiedades Y Usos De Este *Compuesto Orgánico. https://acidos.info/giberelico/*

Alcántara, J., Geovanna, A., Jonathan, A., & Sánchez, R. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. *Nova*, *32*, 109–129. http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/-2470-nova-17-32-109.pdf

Alejo, J., Valer, F., Pérez, J., Canales, L., & Bustinza, V. (2014). *Manejo de pastos naturales altoandinos*. Manejo de Pastos Naturales Altoandinos, 4–23.

Amador-Alférez, K., Díaz-Gonzales, S., & Bivián-Castro, E. (2013). *Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de Ferocactus (Cactaceae).* Polibotánica, *35*, 109–131.

Araya, E., Gómez, L., Hidalgo, N., & Valverde, R. (2000). *Efecto de la luz y del ácido giberelico sobre la germinación in vitro de Jaul (Alnus acuminata).* Agronomía Costarricense, *24*(1), 75–80. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43624108

Ávila, E. (2013). *Importancia de los Pastizales Naturales para la Ganadería.* In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 1). http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jag.2018.07.004%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s415985369w%0Ahttps://www.bertelsmanntiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_

Borboa-Flores, J., Ortega-Nieblas, M., McCaughey-Espinoza, D., Robles-Burgueño, M., Serna-Félix, M., Cinco-Moroyoquie, F., Wong-Corral, F., & Rueda, E.

(2016). *Características de la germinación de Lippia palmeri (Wats) proveniente de regiones silvestres del desierto de Altar, Sonora, México*. *IDESIA*, *34*, 37–42. https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000021

Camacho, A. (2019, June 16). El poder que hay en una sola semilla - *Engormix*. Agricultura. https://www.engormix.com/agricultura/articulos/poder-hay-sola-semilla-t43803.htm

Carranza, C., Castellanos, G., Deaza, D., & Miranda, D. (2016). *Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la germinación de semillas de badea (Passiflora quadrangularis L.) en condiciones de invernadero.* Revista Colombiana *de Ciencias Hortícolas*, *10*(2), 284–291. https://doi.org/10.17584/rcch.2016v 10i2.5791

Carrasco, S. (2005). Metodología de la investigación científica (S. Marcos (ed.); Primera).

Choquecahua, N. (2013). *Germinación de semillas de Puya raimondii Harms en condiciones de laboratorio.* Universidad Nacional del Altiplano.

De la Cuadra, C. (2002). *Germinación, latencia y dormición de las semillas.*

De la Rosa, M., Arce, L., Villarreal, J. A., Ibarra, L., & Lozano, J. (2012). *Germinación de semillas de chile simojovel (capsicum annuum L.) previamente expuestas a nacl y ácido giberélico. Phyton*, *81*, 165–168.

Delouche, J. C. (1990). *SEED GERMINATION.*

Demanet, R. (2013). *Praderas y Pasturas. http://www.praderasypasturas.com*/

Doria, J. (2010). *Generalidad sobre las semillas:* Su producción, conservación y almacenamiento. In Cultivos Tropicales (Vol. 31, Issue 1).

Fuentes, V., Rodriguez, N., & Rodríguez, C. (1996). *Sobre la germianción de Stephania rotunda Lour*. *Rev Cubana Plant Med*, *1*(2), 11–14.

Gil, A., & Miranda, D. (2008). *Efecto de la temperatura, inmersión en agua y concentración de fitorreguladores sobre la germinación de semillas de papaya (Carica papaya L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *2*(1), 9–20.

Gómez, J. . A., Ramírez, H., Benavides, A., & Encina, L. I. (2003). *Germinación y crecimiento de plántula en chincuya (Annona purpurea Moc y Sessé) y su relación con los niveles de giberelinas y ácido abscísico.* In *Revista Chapingo Serie Horticultura* (Vol. 9, Issue 2).

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2004). *Metodología de la investigación.* (6ta ed.). https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38911499/Sampieri.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1558342242&Signature=8AXZwxneowWmr9XDuCYWhM6J6Bk%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DSampieri.pdf

Hernández, Roberto, Fernandez, C., & Baptista, P. (20014). *Metodología de la investigación.* (Sexta). https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a

Iglesias, D., Talón, M., & Mazcón, J. (2008). *Giberelinas*. In *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (Segunda, pp. 399–420).

Jara, L. (1996). *Biología de semillas forestales* (Torrialba (ed.); 1ra ed.).

Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas* (Vol. 15).

Lindo-Angulo, T., La Torre-Acuy, M., & Luján-Roca, D. (2019). *Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de Caesalpinia* spinosa (TARA). *The Biologist (Lima)*, *17*(1), 61–72.

Lindo, T., La Torre, M., & Luján, D. (2019). *Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de Caesalpinia spinosa* (TARA). *The Biologist (Lima)*, *17*(1), 61–72.

Llallana, V., Elizalde, J., & García, L. (2005). *M.D. 2. Unidad Temática 11: Germinación y Latencia de semillas y yemas*.

Llaro, F. (2017). *Efecto de tres dosis e intervalos de aplicación de ácido giberélico en tres características biométricas de baya de Vitis vinífera L. var. Red Globe en* Nepeña, Ancash. Universidad Nacional de Trujillo.

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada : Definición, Propiedad Intelectual e Indus tria. Cienciaamérica, 1(3), 34–39. http://www.uti.edu.ec/documents/investigacion /volumen3/06Lozada-2014.pdf

Mamani, G., Garcia, A., & Durand, F. (2013). Manejo y utilización de praderas naturales en la zona altoandina. Ministerio de Agricultura y Riego, 101. http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/755

Mandujano, M. C., Golubov, J., & Rojas-Aréchiga, M. (2007). *Efecto del ácido giberélico en la germinación de tres especies del género Opuntia (Cactaceae) del Desierto Chihuahuense*. Cactaceas y Suculentas Mexicanas, *2*, 46–52.

Marassi, M. (2015). Hormonas vegetales. In Ecología. https://sites.google.com/site/ preupsubiologia/ecologíahormonasvegetales

Moncada, A. (2016). *Influencia de los reguladores de crecimiento Kinetina y Ácido giberélicosobre la germinación de semillas de Bixa Orellana en cultivo in vitro*. Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador.

PACCPerú, P. de A. al C. C. (2014). *Manejo de pasturas naturales altoandinos*.

Pérez, F., & Pita, J. (2001). *Viabilidad, vigor, longividad y conservación de semillas. Hojas Divulgadoras*, 16.

Pita, J., & Pérez, F. (1998). *Germinación de semillas*. Hojas Divulgadoras, 20.

Pupiales, P. (2016). *Efecto de escarificación química y aplicación de ácido giberélico en la germinación de semillas en tres variedades de mora(Rubus glaucus Benth)*. 104. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9268/1/T-UCE-0004-72.pdf

Razo, I. (2015). *Inicio y desarrollo de la germinación y factores que intervienen - Issuu*. DeRiego. https://issuu.com/revistaderiego/docs/web-105/s/10662221

Rivera, J. A., Barazorda, F. V., Salinas, J. P., Sierra, L. C., & Urviola, V. B. (2014). *Manejo De Pastos Naturales Altoandinos*. *2014*, 24. https://doi.org/10.1017/ CBO9781107415324.004

Riveros, N. (2012). *Efecto del ácido giberélico y la luz sobre la germinación de semillas de Passiflora tripartida var. mollissima*. Universdiad Nacional de Trujillo.

Saldívar, P., Laguna, A., Gutiérrez, F., & Domínguez, M. (2010). *ácido giberélico en la Germinación de semillas de Jaltomata procumbens (CAV.) J. L. Gentry*. *Agronomía Mesoamericana*, 21(100), 327–331.

Sánchez, F. (2014). *Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de aguaymanto (Physalis peruviana L.) en Mariscal Cáceres - Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica.

SENAMHI. (2020, July 12). SENAMHi - Huancavelica. Ministerio Del Ambiente . https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=huancavelica&p=pronostico-meteorologico

Supo, J. (2012). *Tipos y niveles de Investigación.* In *Metodología de la Investigación Científica.* (p. 507).

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigación Científica.* (Cuarta).

Ucha, F. (2015, September). *Definición de Pastizal » Concepto en Definición ABC*. Definición ABC. https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/pastizal.php

Vaquero, J. L. (2005). *Estimulación de la germinación de semilla de nance (Byrsonima crassifolia L.) con giberelina y agua caliente*.

Vázquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M., & Cervantes, V. (1997). *La reproducción de las plantas: semillas y meristemos*. http://bibliotecadigital-ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/lcpt157.htm

Weaver, R., Contin, A., & Díaz, D. (1976). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura* (Trillas (ed.); Priemra ed).

Apéndice

Apéndice 1

Título: **Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales - Huancavelica**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales en Huancavelica?	**General:** Determinar el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales en Huancavelica. **Específicos:** Determinar la concentración (0, 300, 600 y 900 ppm) de ácido giberélico en la germinación de semillas. Determinar el tiempo de germinación de las semillas con el ácido giberélico. Determinar el poder germinativo de cada una de las especies (*Calamagrostis rigescens, Fesctuca dolichophylla y Calamagrostis vicunarum*).	**Ha** = Existe efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de los pastos naturales. **Ho** = No existe efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de los pastos naturales	**V. Dependiente:** Germinación de las semillas Tiempo de germinación **V. Independientes:** Concentraciones de giberelinas	Tipo de investigación: Aplicativo Nivel de Investigación: explicativo. Método de investigación: Científica. Diseño: Completamente al azar con arreglo factorial de 4*3*4. Población: 4800 semillas Muestra: 1600 semillas por especie.

Apéndice 2

Base de datos según las variables:

Tratamiento (ppm de giberelinas)	Especie de semillas	Porcentaje de Germinación (%)	Tiempo de germinación (días)
0	Fedo	53	25
0	Fedo	67	28
0	Fedo	45	27
0	Fedo	56	27
0	Cavi	60	28
0	Cavi	73	27
0	Cavi	61	28
0	Cavi	68	27
0	Cari	77	21
0	Cari	79	21
0	Cari	75	22
0	Cari	75	21
300	Fedo	72	26
300	Fedo	72	28
300	Fedo	67	26
300	Fedo	56	27
300	Cavi	40	27
300	Cavi	34	26
300	Cavi	54	28
300	Cavi	48	25
300	Cari	85	22
300	Cari	86	21
300	Cari	83	21
300	Cari	81	21

600	Fedo	64	28
600	Fedo	69	26
600	Fedo	63	29
600	Fedo	63	28
600	Cavi	42	26
600	Cavi	65	26
600	Cavi	46	25
600	Cavi	53	24
600	Cari	74	23
600	Cari	77	22
600	Cari	77	22
600	Cari	72	22
900	Fedo	79	29
900	Fedo	65	26
900	Fedo	68	28
900	Fedo	66	27
900	Cavi	40	26
900	Cavi	78	26
900	Cavi	59	25
900	Cavi	57	24
900	Cari	76	21
900	Cari	75	23
900	Cari	78	21
900	Cari	79	23

Apéndice 3

Cuadros del ANVA

Análisis de varianza de los factores y su efecto en la germinación de semillas de pastos naturales:

F.V	SC	gl	F	p-valor
Especie	4363.04	2	939.31	<0.0001 ***
Tratamiento	137.83	3	0.83	0.4873
Especie*Tratamiento	1525.79	6	4.58	0.0015 **
Error	1998.00	36		
TOTAL	8024.67	47		

*Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1*

Análisis de varianza para el efecto del ácido giberélico en la germinación de las semillas

F.V	SC	GL	F	p-valor
Tratamiento	138	3	0.256	0.856
Error	7887	44		

*Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1*

Resumen estadístico y comparación de medias del porcentaje de germinación, de acuerdo los tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA (%)	DES. ESTÁNDAR	N
900 ppm	*68.33 A*	*11.88*	*12*
0 ppm	*65.75 A*	*10.77*	*12*
300 ppm	*64.83 A*	*18.09*	*12*
600 ppm	*63.75 A*	*11.51*	*12*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Análisis de varianza para los factores; especie, tratamiento y su interacción y su efecto en el tiempo de germinación.

F.V.	*SC*	*gl*	*F*	*p-valor*
Especie	*272.38*	*2*	*140.08*	*<0.0001 ****
Tratamiento	*0.83*	*3*	*0.29*	*0.8354*
*Especie*Tratamiento*	*19.79*	*6*	*3.39*	*0.0093 ***
Error	*35*	*36*		
Total	*328*	*47*		

*Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1*

Promedio, desviación estándar y comparación de medias, correspondiente al tiempo de germinación de las semillas, de acuerdo a los distintos tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA (días)	DESV. ESTÁNDAR	N
0 ppm	25.16 a	3.01	12
300 ppm	24.83 a	2.79	12
600 ppm	25.08 a	2.50	12
900 ppm	24.91 a	2.57	12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Resumen estadístico y comparación de medias del tiempo de germinación de las semillas, de acuerdo a las distintas especies de semilla.

ESPECIE	*MEDIA (días)*	*DESV. ESTÁNDAR*	*N*
Fedo	*27.19 a*	*1.16*	*16*
Cavi	*26.13 b*	*1.31*	*16*
Cari	*21.69 c*	*0.79*	*16*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Promedio (%), desviación estándar y comparación de medias, correspondiente a diferentes especies de semilla.

ESPECIE	**MEDIA (%)**	**DESV. ESTÁNDAR**	**N**
Fedo	64.06 b	8.28	16
Cavi	54.87 a	12.64	16
Cari	78.06 c	3.95	16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Promedios ± desviación estándar y comparación de medias del poder germinativo (%) de las semillas, de acuerdo a los tratamientos y especies de semillas.

	0 ppm	**300 ppm**	**600 ppm**	**900 ppm**
Fedo	55.25±9.10 ef	66.75±7.54 bcde	64.75±2.87 cde	69.5±6.45 bcd
Cavi	65.50±6.14 bcde	44.00±8.79 g	51.50±10.08 fg	58.5±15.5 def
Cari	76.50±1.91 abc	83.75±2.22 a	75.00±2.45 abc	77.0±1.82 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Análisis de varianza de los factores y su efecto en la germinación de semillas de pastos naturales

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Hv	SC	gl	F	p-valor
Especie	4363.04	2	939.31	<0.0001 ***
Tratamiento	137.83	3	0.83	0.4873
Especie*Tratamiento	1525.79	6	4.58	0.0015 **
Error	1998.00	36		
Total	8024.67	47		

Apéndice 4

Panel fotográfico

- **A nivel de campo**

1. Recolección de las semillas de *Festuca dolichophylla.*

2. Imagen de la *Festuca dolichophylla*

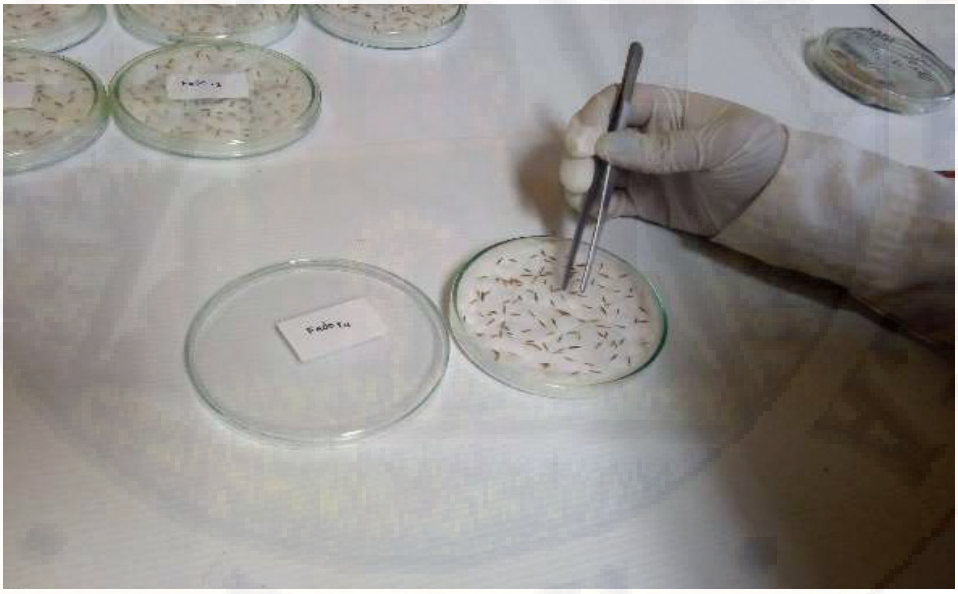
3. Selección, muestreo y recojo de semillas de pastos naturales

4. Imagen de la semilla elegible

A nivel de Laboratorio

1. Selección de las mejores semillas

2. Conteo de las semillas en las placas Petri



3. Selección, conteo e identificación de las semillas

4. Control de germinación de las semillas.

5. Control de la germinación a nivel microscópico

6. Germinación de las semillas: