

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“EXPRESIÓN ANUAL DE LA DIVERSIDAD VEGETAL: BANCO DE SEMILLAS DE LOS ECOSISTEMAS MATORRAL Y AGRICULTURA DEL DISTRITO CAJATAMBO, REGIÓN LIMA”**

Presentada por:

**MARÍA DE FÁTIMA ARÉVALO FLORES**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGA**

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE CIENCIAS**

**“EXPRESIÓN ANUAL DE LA DIVERSIDAD VEGETAL: BANCO DE  
SEMILLAS DE LOS ECOSISTEMAS MATORRAL Y  
AGRICULTURA DEL DISTRITO CAJATAMBO, REGIÓN LIMA”**

Presentada por:

**María de Fátima Arévalo Flores**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg.Sc. Mercedes Flores Pimentel  
**PRESIDENTE**

---

Mg.Sc. Viviana Patricia Castro Cepero  
**MIEMBRO**

---

Mg.Sc. Aylling Wetzell Canales-Springett  
**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Aldo Humberto Ceroni Stuva  
**ASESOR**

A mi madre,  
la razón de mi vida,  
por tu cariño, fuerza e inspiración.

## **Agradecimientos**

A través de estas líneas quiero agradecer a mis profesores que forman parte del proyecto FINCYT de Investigación Aplicada, con código PIAP-2-P-049-14, área de Ciencias Naturales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, quienes confiaron en mí para desarrollar la presente investigación, especialmente a mis mentores Edgar Sánchez Infantas y Zulema Quinteros Carlos, por su apoyo y consejos en la ejecución del estudio.

Agradezco enormemente a mi patrocinador, el profesor Aldo Ceroni Stuva, por su tiempo y enseñanzas que me guiaron de la mejor manera para concluir satisfactoriamente mi investigación. A mis jurados de tesis, las profesoras Mercedes Flores Pimentel, Viviana Castro Cepero y Ayling Wetzell Canales-Springett, por sus recomendaciones y correcciones, así mismo al profesor Abelardo Calderón Rodríguez por darme las facilidades de uso del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”.

Agradezco también, a mis compañeros del proyecto Cajatambo, quienes me ayudaron en la ejecución de esta investigación, y me permitieron avanzar con mayor rapidez, especialmente a Julio Salvador Rodríguez, quien, a través de un esfuerzo desinteresado, me apoyó en la fase de campo, y sin quien no hubiera sido posible esta investigación; así mismo a mis amigos Dennis Quispe Leguía y Miguel Castillo Chávez por su apoyo incondicional y motivación para lograr terminar mi investigación.

Y agradezco por el apoyo, preocupación y ánimo constante a mi madre y hermana, quienes fueron fundamental para lograr finalizar mi tesis.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	
<b>ABSTRACT</b> .....	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Banco de semillas .....	3
2.1.1. Definición.....	3
2.1.2. Clasificación.....	4
2.1.3. Dinámica del banco .....	4
2.2. Semillas .....	5
2.2.1. Quiescencia o reposo de las semillas .....	6
2.2.2. Latencia de semillas .....	7
2.2.3. Dormancia de semillas .....	7
2.2.4. Viabilidad de semillas .....	7
2.2.5. Relación de las semillas con el suelo .....	7
2.2.6. Dispersión de semillas .....	8
2.2.7. Germinación .....	10
2.3. Hábito .....	10
2.4. Distancia planta- semilla .....	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
3.1. Área de estudio .....	11
3.2. Características de la vegetación muestreada .....	14
3.3. Materiales .....	15
3.4. Métodos.....	16
3.5. Identificación de las semillas .....	18
3.6. Análisis estadístico .....	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>24</b>
4.1. Descripción del banco de semillas.....	27
4.2. Hábito.....	31
4.3. Caracterización de la diversidad espacial y temporal.....	31
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>44</b>

VIII. ANEXOS .....	50
--------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas de los transectos muestreados. ....	13
Tabla 2: Lista de especies encontradas en los distintos transectos. ....	24
Tabla 3: Relación de semillas identificadas de acuerdo a la metodología empleada. ...	27
Tabla 4: Clasificación del hábito de las especies del banco. ....	31
Tabla 5: Diversidad Shannon- Wiener para la estación seca, de la vegetación expresada y del banco de semillas. ....	32
Tabla 6: Diversidad Shannon- Wiener para la estación lluviosa, de la vegetación expresada y del banco de semillas. ....	32
Tabla 7: NP-MANOVA de los grupos definidos por NMMDS. En amarillo las comparaciones pareadas que alcanzan significación estadística. ....	38
Tabla 8: Test de Kruskal -Wallis para la estación seca (izquierda) y lluviosa (derecho). ....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dinámica del banco de Semillas.....	5
Figura 2: Ciclo vital de una planta anual.....	9
Figura 3: Ubicación de la Provincia de Cajatambo, Región Lima. ....	11
Figura 4: Mosaico de parches o formaciones vegetales del distrito de Cajatambo (el fondo azul corresponde a Matorrales y fondo verde a Agricultura).....	12
Figura 5: Vista de los transectos geo-referenciados en el programa Google Earth.....	13
Figura 6: Vegetación de la formación agricultura de Cajatambo.....	14
Figura 7: Vegetación de la formación Matorral de Cajatambo. ....	15
Figura 8: Transecto de Agricultura A6, ubicado en las coordenadas UTM 18L 0276401 – 8843493. ....	17
Figura 9: Transecto de Agricultura A7, ubicado en las coordenadas UTM 18L 0278514- 8842962.....	17
Figura 10: Transecto de Matorral M10 ubicado en las coordenadas UTM 18L 0279837- 842856.....	18
Figura 11: Semillas germinadas.....	19
Figura 12: Suelos sembrados en el Vivero “Octavio Velarde Núñez”. ....	20
Figura 13: Cantidad de semillas identificadas mediante las tres metodologías empleadas.....	26
Figura 14: Comparación de las diversidades obtenidas en la estación seca (izquierda) y lluviosa (derecha). ....	33
Figura 15: Comparación de las diversidades obtenidas en ambas estaciones. ....	34
Figura 16: Análisis SHE de los transectos en estudio.....	35
Figura 17: Análisis Cluster de cada transecto en ambas estaciones en estudio.....	36
Figura 18: Análisis Cluster para la estación seca (izquierda) y lluviosa (derecha). ....	37
Figura 19: Grupo de transectos sugeridos por análisis Non-metric MDS. ....	38
Figura 20: Análisis de Componentes Principales. ....	39

Figura 21: Gráfico de cajas y bigotes de las diversidades expresadas y del banco de semillas. .... 41

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Especies registradas en las zonas de estudio.....	50
Anexo 2: Datos meteorológicos Estación Meteorológica (Setiembre 2017 – Enero 2018).....	52
Anexo 3: Dirección y Velocidad del viento en los meses de Setiembre 2016 – Enero 2017.....	54
Anexo 4: Precipitación en los meses de Setiembre 2016 – Enero 2017.....	55
Anexo 5: Cronología de muestreo y actividades de preparación de muestras por unidad muestral.....	56
Anexo 6: Clasificación de las especies según su introducción a las zonas en estudio. ..	57
Anexo 7: Especies registradas durante el año 2016 como parte de la colección de semillas.....	58
Anexo 8: Registro fotográfico de algunos frutos y semillas colectadas durante el 2016 para formar parte de la Colección de semillas.....	60
Anexo 9: Registro fotográfico de la evaluación en campo y gabinete.....	67

## RESUMEN

El banco de semillas del suelo juega un papel importante en la dinámica de las poblaciones y las comunidades vegetales, pues por el tiempo que la semilla pasa en el suelo forma un reservorio antes de su germinación y crecimiento. Este proceso está determinado por condiciones favorables físicas, como temperatura alta o baja, falta de agua o exceso del mismo, demasiado frío o calor, luz u oscuridad, etc., que afectan el desarrollo de la semilla, abriendo paso a la quiescencia o dormancia, hasta que las condiciones sean favorables. La diversidad del banco de semillas describe a las especies posibles de encontrar de una estación a otra, esto sumado a la diversidad de plantas en desarrollo, permite reconocer la diversidad total de la zona para beneficio del poblador local. Con la finalidad de determinar esta diversidad se colectaron las semillas presentes en el suelo Cajatambino de las formaciones vegetales agricultura y matorral, distribuidos en cinco transectos, en las estaciones secas y lluviosas, a profundidad no mayor de los 5cm. Se logró determinar doce semillas diferentes, siendo las familias Fabaceae y Poaceae las de mayor representatividad. Las especies fueron en su mayoría de hábito herbáceo, anuales y corresponden al banco transitorio. No fue posible establecer patrones del banco, debido a que no se encontraron diferencias entre las especies de semillas de agricultura y matorral, pues en la mayoría de transectos se encontraron semillas de agricultura indistintamente de la formación vegetal, lo que nos hace pensar que estas semillas están funcionando como una fuente para el resto de las formaciones.

Palabras claves: *Banco de semillas, formación vegetal, matorral, agricultura, estación seca, estación lluviosa.*

## ABSTRACT

The soil seed bank is important in population dynamics, because the period of time that seeds are in the soil forms a reservoir before its germination and growths. This process is determined by favorable physical conditions, maybe low or high temperature, lack or excess of water, too cold or hot, light or darkness, etc. that affects the development of the seed, resulting quiescence or dormancy, until these conditions will be favorable. The seed bank diversity describes the possible species to find from one season to another. This added to the diversity of plants in development, let us to recognize the total diversity of the area for the benefit of the local inhabitant. With the purpose of determine this diversity, were collected the seeds present in the soil of Cajatambo of the agriculture and scrub formations, distributed in five transects, in the dry and rainy seasons, at a depth not exceeding 5cm. We identified twelve different seeds, being Fabaceae and Poaceae families with high representativeness. The species found were herbaceous, annual and correspond to the transitional bank. It was not possible to find patterns of bank, because it does not exist differences between agriculture and scrub seeds, as in the most of transects were found seeds of agriculture, this makes us think that seeds operate as source for the rest of formations.

Key words: *Seeds bank, plant formation, scrub, agriculture, dry season, rainy season.*

## I. INTRODUCCIÓN

El banco de semillas del suelo es el “conjunto de semillas viables presentes en el suelo de un hábitat en un momento determinado” (Harper, 1977). Este “conjunto de semillas, sumado a la estructura vegetativa, aseguran, en el caso de los sistemas agropastoriles, la perennidad de la mayoría de las especies que constituyen la diversidad florística” de la zona (De Souza Maia *et al.*, 2006) y forma parte del recambio de las poblaciones y la dinámica de las comunidades vegetales.

“El estudio de la diversidad de especies ha adquirido relevancia por su relación con el funcionamiento de las especies y su modificación como resultado de la actividad humana” (Maclaurin & Sterelny, citado por García *et al.*, 2011). Al ser dinámico comprende los aportes y las pérdidas de las semillas viables presentes en la zona de estudio, muchos de ellos en estado de latencia, quiere decir, que solo germinan bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases adecuadas, lo que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula (Varela & Arana, 2011).

El banco de semillas del suelo tiene un papel fundamental como reservorio de información de la comunidad vegetal presente en una determinada zona. Henderson *et al.* (1988) señalaron al banco de semillas como “el conjunto de semillas que representan el potencial regenerativo de las comunidades vegetales, los cuales contribuyen al conocimiento de la riqueza y abundancia de las semillas establecidas en un área, permiten inferir qué especies de plantas nativas colonizarán el lugar si el ambiente se perturba o si las condiciones hidrológicas se modifican (Cronk & Fennessy, citados por Zepeda-Gómez *et al.*, 2015) y advierten sobre la posibilidad de futuras infestaciones de especies exóticas e invasoras (Espeland *et al.*, 2010).

De esta forma, el análisis de los bancos de semillas del suelo revela el potencial que se encuentra almacenado en los sedimentos, por ello, ha sido una herramienta útil también en los programas de restauración de comunidades vegetales anegadas (Liu *et al.*, 2005; Espeland *et al.*, 2010).

El presente estudio pretende determinar la diversidad vegetal no expresada (es decir, la del banco de semillas del suelo) con respecto a la expresada para determinar la diversidad vegetal total, mediante la cuantificación de las muestras de las formaciones vegetales denominadas agrícola y matorral de la provincia de Cajatambo; así mismo, describir el banco de semillas del suelo de estas formaciones vegetales con el fin de predecir qué tipo de vegetación se encontrará en los años futuros para el beneficio de la comunidad local.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Banco de semillas

#### 2.1.1. Definición

El banco de semillas del suelo (que de ahora en adelante lo llamaremos BSS), “constituye a todas las semillas viables, no germinadas, presentes en el suelo, sobre éste, asociados a la hojarasca o a la materia orgánica” (Leck *et al.*, 1989; Baskin & Baskin, 2001), los cuales sean potencialmente “capaces de reemplazar a las especies adultas, tanto a las anuales, tras su muerte natural o artificial, como a las perennes, susceptibles de muerte por enfermedad, perturbación o predación” (Baker, 1989).

Se basa en el estudio de la historia de la vegetación tras las alteraciones naturales o deliberadas de la misma. La información que aporta, justifica su importancia en el mantenimiento de la “diversidad genética y de la estabilidad de las poblaciones al funcionar como un reservorio de genes” (Baskin & Baskin, 1983). Uno de los primeros registros sobre estudios de bancos de semillas, es el realizado por Darwin (1859), quien observó y contó el número de plantas germinadas en una pequeña cantidad de tierra encerrada en las raíces de un roble.

La composición de especies de un banco puede ser similar a la de la vegetación de la comunidad en la superficie (Henderson *et al.*, 1988; Houle & Phillips, 1988) o puede no haber correspondencia alguna entre ambas (D’Angela *et al.*, 1988; Harper, 1977; Thompson & Grime, 1979). Otro interesante aspecto de los bancos es la distribución de las semillas con la profundidad; ésta “puede declinar si la lluvia de semillas es constante años tras año o mostrar un perfil unimodal (suelos arenosos o limosos sin estructura) o bimodal (suelos con estructura desarrollada y agregados definidos)” (Mc Graw, 1986).

### 2.1.2. Clasificación

Thompson & Grime (1979), clasifican el BSS en dos fracciones de acuerdo al tiempo que permanecen viables los propágulos en el suelo. La primera se denomina *transitorios* (BST) cuyas especies se encuentran difícilmente en el suelo o lo están solamente en una determinada estación del año, y germinan antes del año de la dispersión original, las semillas se encuentran enterradas principalmente en los horizontes superiores del suelo (< 5 cm de la superficie) y *persistentes* (BSP) que son especies que más contribuyen al banco por producir grandes cantidades de semillas, capaces de mantenerse viables en el suelo por más de un año, pueden germinar el mismo año de producción o posteriormente, se encuentran principalmente en los horizontes más profundos (> 5 cm). Se ha observado frecuentemente que las semillas del BST tienden a ser grandes, aplanadas o alargadas y con apéndices, mientras que las del BSP tienden a ser pequeñas y compactas. Las semillas más grandes no pueden penetrar en las capas más profundas del suelo, mientras que las más pequeñas y redondeadas lo hacen fácilmente. De esta manera el banco que forma una determinada especie puede ser clasificado de acuerdo a si las diásporas de dicha especie son más frecuentes en las capas superiores del suelo (transitorias) o en las inferiores (persistentes), (Thompson *et al.*, 1993; Bakker *et al.*, 1996). A esto se suma la clasificación descrita por Thompson (1992) y Jeffrey *et al.* (2005), mencionado por De Sousa Maia (2006), quienes diferencian los BSP en dos grupos:

-*Bancos persistentes a corto plazo*: Semillas de vida relativamente corto (1 a 5 años), pueden tener su papel en el mantenimiento de las poblaciones tras siembras defectuosas o cortes de vegetación demasiado tempranos.

-*Bancos persistentes a largo plazo*: formados por especies capaces de estar enterradas en suelo en periodos superiores a cinco años. Son importantes en su regeneración tras la extinción en la vegetación aérea.

### 2.1.3. Dinámica del banco

Existe un flujo constante de entrada y salidas en el BSS. “Gran parte de las semillas que arriban al suelo persisten un tiempo más o menos largo en esta reserva durmiente” (Marañón, 2001). Algunas de estas están dispuestas a germinar en cuanto empiece la temporada de lluvias, mientras que las otras se conservan en un estado de latencia.

Las semillas sufren pérdidas, mientras que otras germinan, emergen y con el tiempo producen nuevas semillas completando así su ciclo reproductor (Figura 1). Depende mucho la profundidad a la que se encuentran, pues muchas no son capaces de emerger a la superficie y mueren. Es necesario mencionar que las semillas que se encuentran en zonas superficiales son fuente nutricional para aves, roedores, insectos y herbívoros. Además, los microorganismos presentes en el suelo también las atacan mediante enzimas y toxinas, las que pueden causar su muerte. Por otro lado, también se ven afectadas por episodios naturales tales como incendios forestales, lluvias torrenciales que provocan la erosión del suelo, etc. Sin embargo, la mayor defensa de las semillas, es su cubierta impermeable, que actúa como barrera mecánica ante situaciones adversas.



Figura 1: Dinámica del banco de Semillas

FUENTE: Marañón (2001).

## 2.2. Semillas

Las semillas se encuentran en un constante flujo dinámico a través de factores que pueden favorecer o desfavorecer su producción, como la variabilidad climática que afecta tanto la actividad de los polinizadores (Arroyo *et al.*, 1985; Rozzi *et al.*, 1997), el desarrollo de las semillas y frutos (Chambers, 1989), el sistema de reproducción que determina el grado de dependencia de los polinizadores externos (Richards, mencionado por Cuevas &

Arroyo, 1999), etc. Pueden perjudicarse por factores como depredación, muerte fisiológica, parasitismo, etc.; o poseen aportes por la llegada de diásporas de semillas de otras zonas o lluvia de semillas, referido a la dispersión desde las plantas madre. Si bien la dispersión local es la predominante, pueden llegar semillas distantes, que en ocasiones tienen una mayor contribución a la vegetación.

La densidad de las semillas, la composición específica y en general la reserva del BSS se encuentra descrita por los diversos factores de aporte o pérdida, así mismo, como el historial de la comunidad (Reiñé Viñales, 1998).

### **2.2.1. Quiescencia o reposo de las semillas**

Se denomina estado quiescente a la etapa de desarrollo seminal caracterizado por la inhibición de gran número de procesos metabólicos, con el fin de mantener una serie de orgánulos de la semilla, y a la propia semilla en un estado metabólico basal. Para romper el estado de reposo o quiescencia de las semillas se produce la germinación, que, en sentido estricto, se caracteriza por una disminución en la absorción de agua por las semillas. “Durante esta etapa tiene lugar una activación generalizada del metabolismo de la semilla, lo cual es esencial para que se desarrolle la última fase del proceso de germinación, la fase del crecimiento” (Pita & Perez, 1998).

En la quiescencia, la semilla no puede germinar debido a que las condiciones externas no son las adecuadas; en el reposo, las condiciones internas no son favorables. Para que se produzca la germinación, es necesario que la semilla se hidrate o sea imbibida, quiere decir que el agua entre desde un medio exterior. Una vez que es hidratada se activan una serie de enzimas esenciales que participan en los procesos metabólicos. Esto da paso al alargamiento de la radícula (que es la germinación propiamente dicha) y por último el crecimiento de la plántula.

Otros factores que pueden influenciar en la etapa de la germinación son: la falta de agua (déficit hídrico), el exceso de agua, la velocidad de hidratación o la temperatura a la que tiene lugar la imbibición. En caso que la semilla se encuentre en déficit hídrico, se vuelve más susceptible a las

infecciones por hongos, y cuando se encuentra con exceso puede llegar a ser desfavorable al dificultar la llegada del oxígeno al embrión, así algunas especies generan una capa de mucílago que dificulta la entrada de suficiente oxígeno como para que se inicie la germinación (Pita & Perez, 1998).

### **2.2.2. Latencia de semillas**

“Es 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” (Varela & Arana, 2011), ya sea porque no dispone de agua, hace demasiado frío o demasiado calor, necesita luz y no la tiene, o necesita oscuridad y está expuesta a la luz, etc. Sin embargo, la semilla conserva su capacidad germinativa y su viabilidad, esto en espera de condiciones ambientales apropiadas.

### **2.2.3. Dormancia de semillas**

Se manifiesta cuando “una o varias condiciones dentro de la propia semilla le impide germinar, a pesar que las condiciones ambientales son favorables para ésta” (De la Cuadra, 1992). La semilla conserva su viabilidad hasta que las condiciones internas sean adecuadas para su germinación.

### **2.2.4. Viabilidad de semillas**

Es la “capacidad de las semillas, no durmientes, de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables” (Pita & Perez, 1998).

### **2.2.5. Relación de las semillas con el suelo**

De acuerdo a las características del suelo, es probable que las semillas de un tamaño particular se encuentren a una profundidad determinada. Los movimientos verticales y la distribución final de las semillas en el perfil del suelo “se determinan principalmente por la morfología de las semillas (masa y forma), la estructura del suelo, el tamaño de las partículas, las alteraciones de animales u otros procesos físicos” (Goodall *et al.*, 1972).

La gravedad puede mover las semillas más profundamente en los perfiles del suelo; algunas especies de semillas grandes poseen sus propias estructuras (como el ala) que pueden facilitar la penetración de la superficie del suelo (Harper, 1977). Por lo tanto, las semillas más grandes con mayor masa tendrían a veces mayores posibilidades de profundizar en el suelo. Sin embargo, “la estructura física de los suelos puede impedir que las semillas muy grandes lo hagan, porque los espacios de los poros o grietas pueden ser demasiado pequeños para ellos” (Guo *et al.*, 1998).

Algunos estudios demuestran que, por ejemplo, “las semillas de muchas especies anuales del desierto no pueden germinar a partir de una profundidad mayor de aproximadamente 1cm” (Freas & Kemp, 1983) y “las semillas de arbustos desérticos no pueden emerger de menos de 4cm” (Williams *et al.*, 1974). Las semillas grandes y las semillas de muchas especies de pasto comúnmente no requieren luz para la germinación y, por lo tanto, pueden germinar más profundamente en el suelo, pero la germinación de semillas pequeñas es muy sensible a la luz (Bazzaz, 1979). Además, las plántulas de las semillas más grandes emergen más rápidamente de la siembra profunda, y las de las semillas pequeñas más rápidamente de la siembra poco profunda, y por lo tanto la fenología de la estación de crecimiento y el tamaño de la semilla a menudo muestran una relación positiva (Westoby *et al.*, 1992).

Tanto la distribución horizontal como vertical de las semillas, son importantes en la distribución de los animales (Price & Reichman, 1987); por ejemplo, las semillas más pequeñas atraerían más hormigas (Davidson *et al.*, 1984) y las semillas más grandes tanto en suelos superficiales como profundos puede, hasta cierto punto, aumentar la riqueza de especies y la abundancia relativa de roedores y aves (Price & Podolsky, 1989).

#### **2.2.6. Dispersión de semillas**

La dispersión es un aspecto funcional de una comunidad, su estudio aporta elementos esenciales para entender la composición, distribución y abundancia de especies, así como su variación espacio-temporal. “La dispersión de semillas es en general un proceso ecológico” (Janzen, 1970), que determina el destino de la descendencia de las plantas a través del paisaje y la futura probabilidad de establecimiento de sus plántulas; puede ser

definida como el proceso mediante el cual “la descendencia de las plantas se mueve lejos de sus parentales hacia un punto más o menos espaciado de estos” (Herrera, 2002).

Las semillas pueden ser dispersadas de varias maneras, por el viento, denominado anemocoria, cuyas semillas suelen ser muy pequeñas, por ello son transportadas como polvo atmosférico; por zoocoria, se da cuando la semilla viaja pegada al pelaje de los animales o al plumaje, por hidrocoria, cuando viajan a través de ríos, lagos, o por baricoria, donde la gravedad permite que las semillas caigan al suelo (Ariza Alcaraz, 2013).

Las semillas son dispersadas desde la planta madre, llegan al suelo, donde permanecen por un período, hasta que se den las condiciones necesarias, tanto internas (de la propia semilla) como externas (en el medio ambiente), para que ocurra la germinación (Marañón, 2001). Si la semilla supera estos obstáculos, logra germinar, emerger, crecer, algunas producen flores, frutos y nuevas semillas hasta completar su ciclo de vida, aportando al ciclo poblacional (Figura 2).

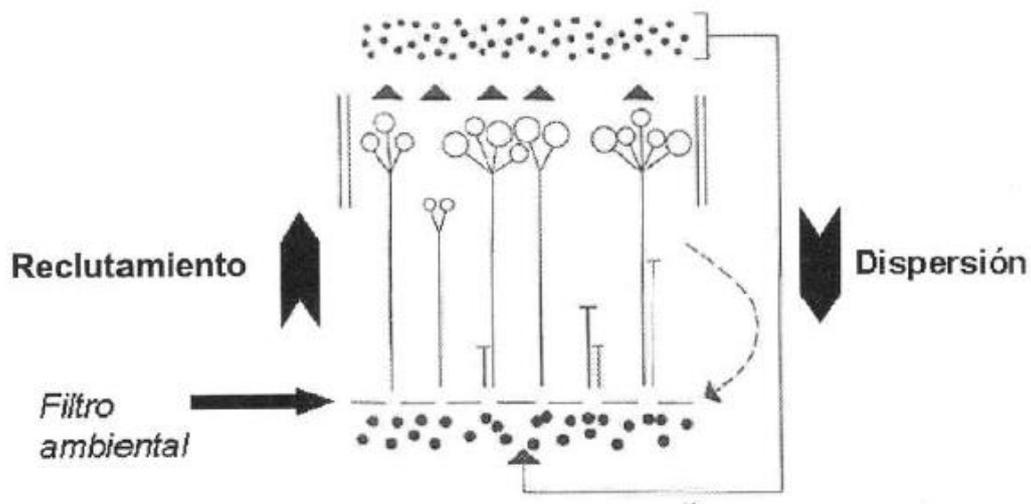


Figura 2: Ciclo vital de una planta anual.

FUENTE: Marañón (2001).

### **2.2.7. Germinación**

En este proceso, el agua se distribuye a través de las envolturas de la semilla hasta llegar al embrión, haciendo que éste se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. Las enzimas almacenadas descomponen los nutrientes en el endospermo o en los cotiledones en sustancias más sencillas que son transportadas por el interior del embrión hacia los centros de crecimiento. El oxígeno absorbido permite a la semilla extraer la energía contenida en estos azúcares de reserva, y así poder iniciar el crecimiento.

La radícula es el primer elemento embrionario en brotar a través de la envoltura de la semilla. Forma pelos radicales que absorben agua y sujetan el embrión al suelo. Luego se produce el alargamiento del hipocotilo, que empuja la plúmula, y en muchos casos el cotiledón o los cotiledones, hacia la superficie del suelo.

### **2.3. Hábito**

Se entiende como hábito al “aspecto exterior, apariencia general o modo de crecimiento de la planta” (Harris & Harris, 2001). Judd *et al.* (2002) define al término como “la apariencia general de una planta y considera tres hábitos: árbol (tronco bien definido lignificado), arbusto (varias ramas que surgen en la posición basal y más bajo que un árbol, lignificado) y hierba (tallos anuales no lignificados)”.

### **2.4. Distancia planta- semilla**

Según Janzen (1970), “la densidad de semillas disminuye conforme se incrementa la distancia con la planta parental”. A su vez indican que, si la densidad de semillas es alta, la mortalidad de semillas y plántulas aumenta. Quiere decir, que mientras mayor sea la distancia de la semilla con su parental, es mayor su probabilidad de sobrevivir. Pues, existen parásitos de los adultos que pueden ser depredadores de los juveniles, por eso, mientras más alejados están, tienen mayor probabilidad de no ser detectados. Además, que si las juveniles se encuentran muy cerca es más probable que una plaga las ataque y ninguna sobreviva.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en la provincia de Cajatambo, ubicado al NE del departamento de Lima, limitada por los departamentos de Ancash, Huánuco y Pasco (Figura 3). Se ubica en el punto geográfico  $10^{\circ} 28' 16.65''$  LS,  $76^{\circ} 59' 35.91''$  LO, entre los 2600 y 4800 msnm (Quinteros, 2009).

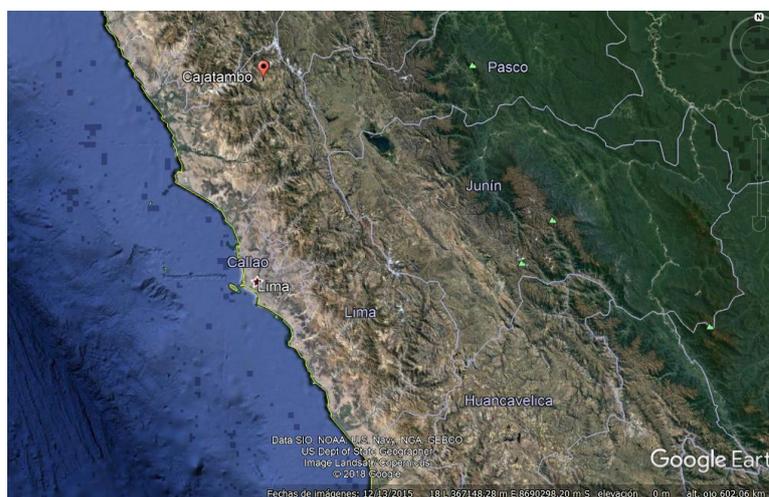


Figura 3: Ubicación de la Provincia de Cajatambo, Región Lima.

FUENTE: Google Earth Pro 2018.

#### Aspectos ambientales

Las variables meteorológicas fueron obtenidas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) a través de la Estación Meteorológica Cajatambo, ubicada en el departamento de Lima, provincia de Cajatambo, distrito de

Cajatambo. Ubicado en las coordenadas de Latitud 10°28'40.38''S Longitud 76°59'22.97''W y Altitud 3432 msnm.

### Ubicación de transectos

Se escogieron 5 transectos al azar, de un total de 24, distribuidos en las formaciones vegetales matorral y agricultura, los cuales fueron determinados por la fotointerpretación en el Proyecto FINCYT del año 2014 (Figura 4), mediante el muestreo estratificado con Afijación Proporcional.

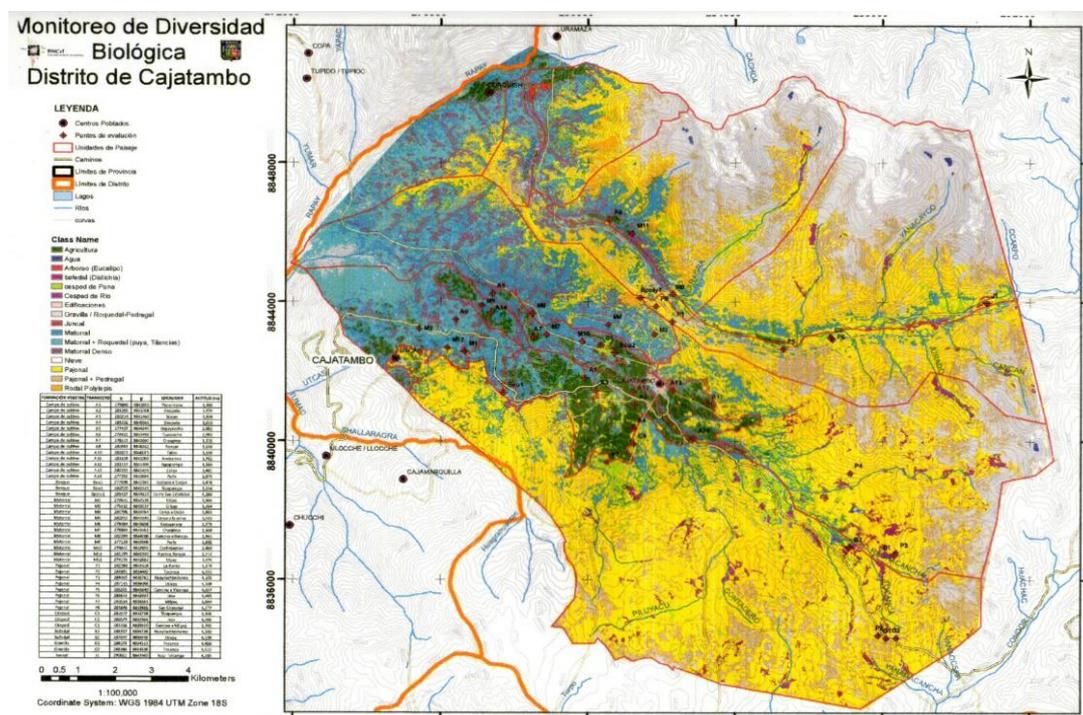


Figura 4: Mosaico de parches o formaciones vegetales del distrito de Cajatambo (el fondo azul corresponde a Matorrales y fondo verde a Agricultura).

FUENTE: Arnao (2017).

Los 5 transectos escogidos al azar (Tabla 1), para ser evaluados, fueron localizados en campo con ayuda de un GPS. En caso donde no fue posible la extracción de muestras, por la dificultad de acceso o presencia de rocas, se procedió a modificar la ubicación de la unidad de muestreo en otro punto cercano al original, como se muestra en la Figura 5.

**Tabla 1: Coordenadas de los transectos muestreados**

FORMACIÓN VEGETAL	TRANSECTO	COORDENADAS (UTM)	LOCALIDAD	ALTITUD (m)
Agricultura	A6	18L 0276401	Tupicocha	2,993
	A7	18L 0278514	Cruzgirca	3,230
	A8	18L 0280583	Rancas	3,649
Matorral	M6	18L 0278623	Cotaparaco	3,179
	M10	18L 0279837	Cashatambo	3,332

FUENTE: La ubicación de los transectos se obtuvieron de los registros del Mag. Aldo Ceroni Stuva dentro del Proyecto FINCYT (2014).

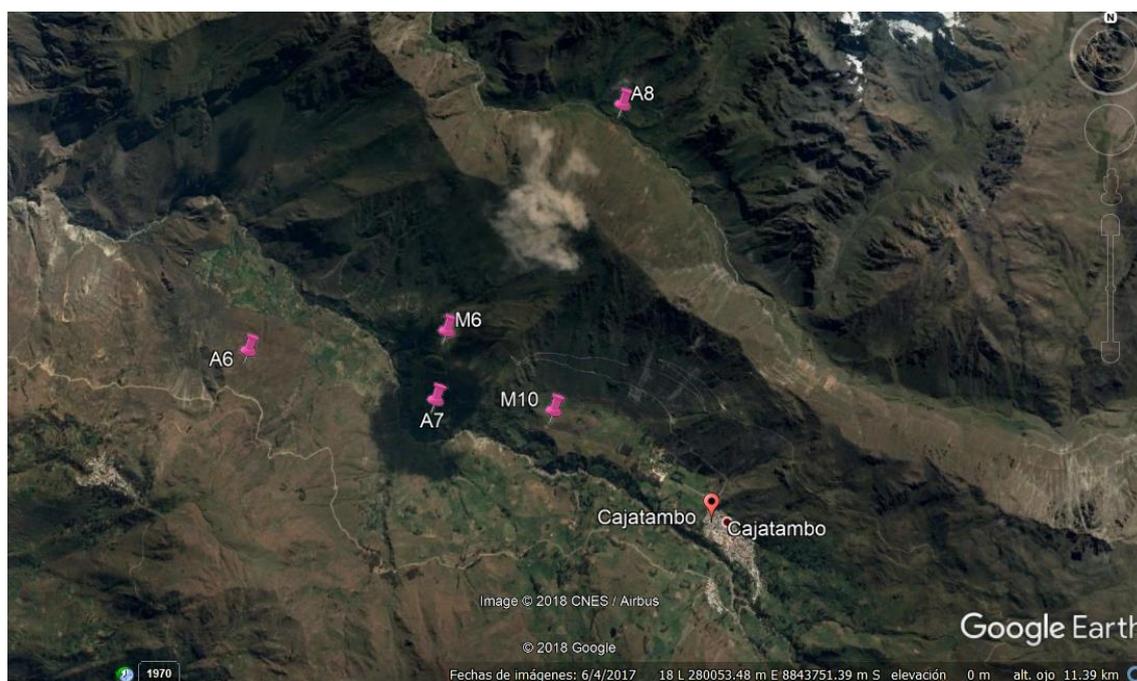


Figura 5: Vista de los transectos geo-referenciados en el programa Google Earth.

FUENTE: Google Earth Pro 2018.

Las unidades muestrales fueron 5 debido a la dificultad de acceso, características topográficas, tiempo climatológico y tiempo de muestreo. Pues contamos con 4 días hábiles, en los que se trabajó con rapidez para una mayor obtención de muestras.

### 3.2. Características de la vegetación muestreada

#### - Agricultura:

Se denomina así a la formación vegetal utilizada con fines agrícolas (Figura 6), siendo en Cajatambo las especies silvestres con mayor abundancia: *Austrocyllindropuntia subulata*, *Bidens pilosa*, *Equisetum bogotense*, *Medicago polymorpha*, *Lachemilla pinnata*, *Lachemilla orbiculata* (Según los registros del Mag. Aldo Ceroni Stuva dentro del Proyecto FINCYT, 2014).



Figura 6: Vegetación de la formación agricultura de Cajatambo.

#### - Matorral:

Están “presentes en las tierras bajas en terrenos de relieve plano con presencia de algunas colinadas” (Aguirre *et al.*, 2006). La importancia ecológica de los matorrales radica en que son una importante fuente de biodiversidad, brindan protección a los suelos, como cobertura vegetal y como cortinas rompevientos. El uso que los agricultores le dan como parcelas de descanso, les permite recuperar el agua y nutrientes que perdieron cuando se emplearon como campos de cultivo (Figura 7). En Cajatambo, las especies con mayor abundancia son: *Alternanthera porrygens*, *Austrocyllindropuntia subulata*, *Medicago polymorpha*, *Mutisia acuminata*,

*Cenchrus clandestinum*, *Adiantum capillus-veneris*, *Dicliptera* cf. *montana*, *Fuertesimalva limensis*, *Salvia crushanqui*, *Stevia macbridei* (Según los registros del Mag. Aldo Ceroni Stuva dentro del Proyecto FINCYT, 2014).



Figura 7: Vegetación de la formación Matorral de Cajatambo.

FUENTE: Fotografía tomada por Raquel Hilares, 2017.

### 3.3. Materiales

- Bolsas plástico
- Bolsas de papel
- Pico
- Pala
- Plumón indeleble
- Cinta masking tape
- Papel periódico
- Cámara fotográfica
- Tamices de 0.5mm, 2mm y 5mm de espesor
- Estereoscopio
- Ácido Giberélico
- Semilleros de plástico (7cm de diámetro y 10cm de largo)
- Lupa binocular

- Rociador de agua (2L)
- Invernadero
- Wincha

### 3.4. Métodos

#### Fase de campo:

Los 5 transectos evaluados fueron de 30 m cada uno, distribuidos en las formaciones vegetales Agrícola y Matorral. Las muestras fueron obtenidas de los primeros 5 cm del suelo, teniendo en cuenta que “la mayoría de semillas se encuentran por sobre los 2 cm de suelo” (Guo *et al.*, 1998).

- En la primera colecta (Setiembre 2016), estación seca, se empleó el muestreo de tipo aleatorio, tomando muestras al azar de cualquier parte del transecto.
- En la segunda colecta (Enero 2017), estación lluviosa, a lo largo del transecto se tomaron 6 muestras cada 5 m, desde el punto 0 m. empleando una wincha y una pala como medidas de referencia, para 13 cm de diámetro y 5 cm de alto (Figuras 8, 9 y 10).

Al momento de coleccionar se retiró la capa de hojarasca (Horizonte 0). Las muestras fueron guardadas en bolsas de papel para luego ser transportadas al laboratorio.



Figura 8: Transecto de Agricultura A6, ubicado en las coordenadas UTM 18L 0276401 – 8843493.



Figura 9: Transecto de Agricultura A7, ubicado en las coordenadas UTM 18L 0278514- 8842962.



Figura 10: Transecto de Matorral M10 ubicado en las coordenadas UTM 18L 0279837- 842856

#### Fase de gabinete:

Las unidades muestrales, se transportaron al Centro de Interpretación “Casa Julio Guadron” del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”, de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Una vez allí fueron llevadas a la estufa a 35° por 24 horas, para eliminar toda la humedad que contengan.

Tras secarse, el suelo fue tamizado, utilizando tres tamices de 20 cm de diámetro y mallas de: 0.5 mm, 2 mm y 5 mm. Se extrajeron todas las semillas ahí presentes utilizando una lupa binocular.

### **3.5. Identificación de las semillas**

Las metodologías empleadas para la identificación de las semillas encontradas en el banco fueron las siguientes:

1. Comparación con la colección de semillas obtenidas en los años 2016 y 2017 en las zonas cercanas a los transectos, las cuales fueron tratadas y organizadas como parte de esta investigación.
2. Las semillas que no fueron identificadas mediante la comparación con la colección fueron sembradas en el mismo suelo en el que se colectaron (Figura 11), el cual previamente se colocó en la estufa por un tiempo de 2 horas a temperatura de 80°C para descartar otras semillas que se encontraran presentes. Se sembraron bajo condiciones ambientales a una temperatura promedio de 19° C y riego de 280 mL dos veces por semana.



Figura 11: Semillas germinadas.

3. Con el fin de no perder información, los suelos tamizados pasaron a prueba de germinación por un tiempo de 6 meses en el vivero del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”. Fueron colocados en envases de Tecnopor con profundidad de 2cm, con riegos interdiarios y estimulación de Ácido Giberélico para acelerar la germinación de semillas que pudieran estar presentes, y que no fueron encontrados a través del tamizaje (Figura 12).



Figura 12: Suelos sembrados en el Vivero “Octavio Velarde Núñez”.

Para el segundo y tercer método, las semillas que lograron germinar, se determinaron taxonómicamente con ayuda de especialistas botánicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### 3.6. Análisis estadístico

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992) define la diversidad como la “variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte”. Se entiende también, como el “número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la distribución proporcional del valor de importancia” (Campo & Duval, 2014). Fueron encontradas mediante los siguientes índices:

#### Índice de Shannon-Wiener

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1996; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995). Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i ; p_i = n_i/N$$

Donde H' es el valor del índice, calculado a partir de los valores de  $i= 1 \dots, S$  representa el número de especies de la comunidad y  $p_i$  es la abundancia relativa, quiere decir, es la proporción de individuos de cada una de las especies de la comunidad.

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar, provenientes de una comunidad extensa de la que se conoce el número total de individuos (Moreno, 2001). Posee valores desde  $H'= 0$ , cuando la muestra contiene una especie presente, hasta  $H'$  máx cuando las especies estén representadas por el mismo número de individuos, es decir que la abundancia sea equitativa. Al trabajar con valores logarítmicos en base 2, los resultados son expresados en *bit/individuo*; esto permite realizar comparaciones entre varias localidades, en este caso comparar matorral y agricultura, y depende del valor resultante identificar los transectos que posean 1 o más individuos diferentes.

#### Análisis SHE

El análisis de SHE es una técnica que integra las contribuciones relativas de la riqueza y la uniformidad como estimadores de la diversidad de la comunidad (Perdomo *et al.*, 2004). Este análisis resulta de la contribución relativa de la diversidad (H) que es el número de especies más su abundancia relativa, la riqueza de especies (S), que es el número de especies sobre una superficie conocida, y de la uniformidad (E), que es la distribución proporcional de los individuos dentro de las especies de dicha superficie (Buzas & Hayek, 1998).

#### Análisis cluster

Permite agrupar un conjunto de observaciones en un número dado de clusters o grupos. “Este agrupamiento se basa en la idea de distancia o similitud entre las

observaciones, tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y/o la mayor diferencia entre los grupos” (Terrádez, 1998), además estima el grado de similitud entre los organismos presentes en un mismo grupo.

Permite ver la similitud o diferencia entre los transectos de agricultura y matorral, de acuerdo a la distribución de las especies presentes en cada uno de éstos.

#### Escalamiento multidimensional no métrico (NM MDS)

“Asigna coordenadas euclidianas a un conjunto de variables, las cuales, dependiendo de su disimilitud, similitud, o relaciones ordinales son agrupados. Estas relaciones son posible notarlas por la cercanía de los puntos que los representan” (Agarwal *et al.*, 2007). Esto permite identificar los grupos de transectos semejantes, los cuales se reconocen por la presencia o ausencia de las especies en cada uno de estos transectos.

#### Análisis de varianza multivariado (MPMANOVA)

Prueba no-paramétrica, busca corroborar si dos o más grupos son significativamente diferentes, esto basado en la medida de las distancias (Anderson, 2001). Con este análisis lograremos mostrar las variaciones que muestran los transectos en estación lluviosa y seca.

#### Análisis de componentes principales (ACP)

Análisis que genera diagramas de dispersión para pares de componentes principales. Estos componentes principales son el resultado de combinaciones lineales de las características consideradas, y busca contrastar similitudes o diferencias entre las variables, tales como especies de semillas y transectos, para notar la semejanza en ellos de acuerdo a la distancia que muestran en la dispersión.

## Kruskal-Wallis

Para probar la existencia de diferencias significativas entre las densidades de semillas de las dos formaciones vegetales (agricultura y matorral) se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, siendo éste, ideal para comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales.

## Gráfico de cajas y bigotes

Este gráfico nos permite explorar las diferencias en las distribuciones de las densidades de semillas, teniendo en cuenta la distribución de los valores y de la mediana, mediante el cual se puede observar las diferencias en las distribuciones.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante las tres metodologías antes mencionadas se lograron identificar 12 especies, pertenecientes a 7 familias. Siendo las familias Fabaceae y Poaceae las de mayor representatividad, con 3 especies cada una. De acuerdo a la distribución de las semillas, el 75 por ciento se encontró en transectos de agricultura, mientras que el 59 por ciento se encontraron en matorrales.

**Tabla 2: Lista de especies encontradas en los distintos transectos**

<b>Familia</b>	<b>Especies</b>	<b>A6</b>	<b>A7</b>	<b>A8</b>	<b>M6</b>	<b>M10</b>
<b>Apiaceae</b>	<i>Daucus montanus</i>			x	x	x
<b>Asteraceae</b>	<i>Ambrosia arborescens</i>					x
	<i>Ophryosporus peruvianus</i>			x		
<b>Brassicaceae</b>	<i>Lepidium chichicara</i>			x		
<b>Fabaceae</b>	<i>Trifolium repens</i>	x	x			x
	<i>Medicago polymorpha</i>	x			x	x
	<i>Medicago sativa</i>	x	x	x	x	x
<b>Lamiaceae</b>	<i>Marrubium vulgare</i>					x
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>	x				
<b>Poaceae</b>	<i>Poa</i> sp.		x			
	<i>Festuca</i> sp.			x		
	<i>Triticum aestivum</i>				x	

FUENTE: Elaboración propia.

La distribución de las semillas fue homogénea, quiere decir que en cada transecto se encontraron entre 3 a 5 semillas, y del total, 6 no lograron identificarse, sin embargo, fueron consideradas para el análisis de diversidad de sus respectivos transectos.

Como se nota en la Tabla 2, la distribución de las semillas es indiferente al tipo de formación vegetal en el que se encontraron, pues semillas que son de uso agrícola se hallaron en matorrales, esto puede ser consecuencia de la propagación mediante anemocoria, hidrocoria, baricoria, o principalmente por zoocoria, debido a la presencia del ganado que se distribuye por toda la zona evaluada; además, los matorrales, al ser parcelas de agricultura en descanso, las semillas encontradas, pueden haber estado ahí desde el último uso agrícola que le dieron, por ello, posiblemente se encontraron restos de años anteriores.

A su vez, cabe mencionar que la no prosperación de las semillas consideradas de agricultura en las zonas de matorrales puede ser consecuencia de la obstrucción del grupo de plantas perennes que ya existen en la zona y se encuentran dominando la superficie.

Además, es posible que las semillas de agricultura intenten prosperar lejos de sus parentales buscando sobrevivir, pues mientras mayor sea la distancia de la semilla con su parental, será mayor su probabilidad de perdurar, según Janzen (1970), evitando los parásitos de los adultos que pueden ser depredadores de los juveniles.

Otro punto a tener en consideración son los transectos de agricultura que se encuentran cercanos a los matorrales, los que pueden estar afectando la diversidad de semillas, pues al parecer existe una relación de fuente/sumidero, donde la fuente son los transectos de agricultura y los sumideros los de matorrales. En este sentido, se ha considerado la cercanía existente entre las fuentes a los matorrales ubicados en Cotaparaco y Cashatambo (M6 y M10 respectivamente), pues ambos muestran la presencia de semillas de tipo agrícola en su composición.

Cercano al matorral de Cotaparaco (M6) se encuentran el transecto de agricultura Cruzgirca (A7), en el cual se registró, en la diversidad expresada a *Medicago polymorpha*, de ahí que esta cercanía puede ser la causa de la presencia de esta especie en este matorral. Cercano al matorral Cashatambo (M10) se encuentra la zona de agricultura llamada Parientana, cuya diversidad expresada fue analizada para fines

comparativos, mas no para la diversidad del banco. Las especies que ambos comparten son *Trifolium repens*, *Medicago polymorpha* y *Medicago sativa*.

Del total de semillas identificadas, el 66 por ciento fue mediante comparación con la colección de semillas, pues al tener el registro de frutos y semillas provenientes de las colectas en las mismas zonas de estudio, fue posible lograr su identificación taxonómica. El 17 por ciento se determinó mediante la germinación en el vivero, de semillas encontradas durante el tamizaje de los suelos, mientras que el 17 por ciento restante se determinó mediante la germinación en los semilleros, sembrando las semillas que no fueron identificadas mediante las dos metodologías antes mencionadas (Figura 13 y Tabla 3).

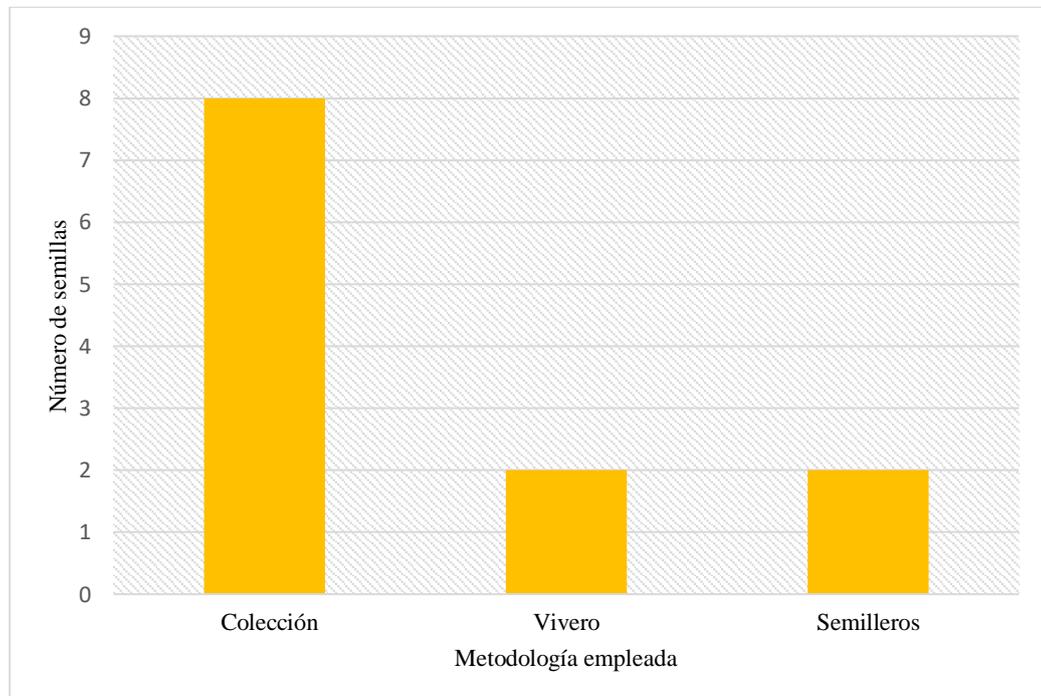


Figura 13: Cantidad de semillas identificadas mediante las tres metodologías empleadas.

**Tabla 3: Relación de semillas identificadas de acuerdo a la metodología empleada**

<b>Colección de semillas</b>	<b>Vivero</b>	<b>Semilleros</b>
<i>Ambrosia arborescens</i>	<i>Triticum</i>	<i>Festuca sp.</i>
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	<i>Poa sp.</i>	<i>Daucus</i>
<i>Lepidium chichicara</i>		
<i>Trifolium repens</i>		
<i>Medicago polymorpha</i>		
<i>Medicago sativa</i>		
<i>Marrubium vulgare</i>		
<i>Eucalyptus globulus</i>		

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4.1. Descripción del banco de semillas

A continuación, se describe la composición del BSS encontradas en las zonas de estudio:

*Ambrosia arborescens* Mill. “marko”: Planta arbustiva anual de 150 a 300 cm de altura. Crece de manera silvestre, posee alta adaptabilidad a diferentes tipos de ambientes. Hojas alternas pinnatisectas lanceoladas de 10 a 24 cm de largo por 7 a 20 cm de ancho; haz glabrescente, envés densamente albescente, inflorescencias en densas panojas de color amarillo de 15 a 30 cm de longitud, racimos de capítulos unisexuales monoicos. Fruto: aquenio de forma ovoidea, rodeado por cuatro prominencias en punta, mide 3 mm altura y 6 mm de diámetro (Cano de Terrones, 2014). Semilla reniforme de menos de 1 mm de diámetro, marrón oscuro (Cáceda & Rossel, citado por Ascencio, 2009).

*Daucus montanus* Schmidt. “zanahoria”. Hierbas anuales o bianuales, caulescentes, generalmente ramificadas, de 50 a 90 cm de altura. Hojas basales de 3.5 a 4.5 cm de longitud por 2.5 a 5 cm de ancho, con una vaina en la base, oblongas (más largo que ancho), varias veces divididas, las divisiones finales de 2 a 5 mm de largo por cerca

de 1 mm de ancho, lineares, hispídas (pelos largos, más o menos tiesos y erectos); pecíolos de 3 a 12 cm de largo. Flores pequeñas con pedicelo (soporte de una flor); pétalos blancos o púrpuras, menos de 1 mm de largo. Fruto con gloquidios rígidos, rectos, adhesivos, oblongo, frecuentemente purpúreo, superficie con comisuras con dos hileras de pelos hispídos; carpóforo (parte entre los dos frutos parciales) entero. (Lucena *et al.*, 2012).

*Eucalyptus globulus* Labill. “eucalipto”: Árbol de copa ovoidal e irregular, alcanza hasta los 70 m de altura, con una anchura de copa de entre 10 y 25 m y Diámetro de Altura de Pecho (DAP) hasta 2.5m. Hojas juveniles opuestas, sésiles, de base cordada, de color gris-azulado, de 8-15 cm. de longitud y 4-8 cm. de anchura. Las adultas alternas, pecioladas, con la base cuneada, linear-lanceoladas, de 15-25 cm de longitud, con el ápice acuminado. Flores axilares, solitarias o en grupos de 2-3, de hasta 3 cm de diámetro, con numerosos estambres de color blanco. Fruto en cápsula campaniforme de color glauco y cubierta de un polvo blanquecino (Tavera, 2018). Posee semillas de tipo ortodoxa (sobrevive a los períodos de desecación y congelación durante su conservación *ex-situ*). Las semillas fértiles son negras, rugosas y más grandes, con frecuencia angulosas de 2-2,5 mm de diámetro (Di Marco, 2015), mientras que los óvulos abortados son, rojizos y livianos.

*Medicago sativa* Urb. “alfalfa”: Planta herbácea de porte erecto y semierecto, ramificado. Su tamaño se encuentra entre 30 y 100 cm de altura. Las flores son zigomorfas (simetría bilateral), y los estambres son monadelfos (9 unidos más 1 libre). Las hojas son compuestas (trifoliadas, con el peciolulo apical más largo que el de los laterales), pinnado trifoliadas, alternas, y pecioladas. Las flores son pequeñas, cortamente pediceladas, con cáliz campanulado formado por 5 piezas casi iguales. La corola de color violeta. Las inflorescencias son en racimos densos terminales o axilares. El fruto es una vaina inerme, plegada sobre sí misma en espiral apretada, de una a cuatro vueltas, de color castaña o negruzca a la madurez, tardíamente dehiscente sin elasticidad. Semillas pequeñas y arriñonadas de color amarillo castaño. Semillas de casi 2 x 1,5 mm, lisas, pardo-amarillentas (Jewsbury, 2016).

*Medicago polymorpha* Roxb. “carretilla”. Planta herbácea, de “crecimiento rastrero o ascendente, muy ramificado de hasta 60 cm de altura” (Jewsbury, 2016). Hojas trifoliadas, folíolos obovados, de truncados en el ápice, con margen aserrado; estípulas laciniadas. Flores de corola amarilla, poco aparentes, en racimos con 3-8 flores, con pedúnculo de longitud variable. Fruto espiralado, de cilíndrico a discoideo, con aguijones laterales más o menos ganchudos y un surco en su base; 1,5 a 4 espiras, la apical más ancha que las restantes (Pivcevic, 2010). Semilla reniforme a elíptica de 1.8 a 3.9 mm de largo y 1 a 1.9 mm de ancho, comprimida, de color pardo amarillento, pardo rojizo o pardo negruzco, superficie opaca levemente punctulada (Espinoza-García & Sarukhán, 1997).

*Marrubium vulgare* Benth. “marrubio”. Planta herbácea perenne. Tallo blanco, con pelos simples y estrellados, erectos o ascendentes, pero por lo general mucho más corto. Hojas con pecíolos lanosos, subsésiles las de la parte superior, limbo anchamente ovado u orbicular, de 1.5 a 5 cm de largo por 1 a 5 cm de ancho, ápice obtuso o redondeado, borde crenado, pubescencia lanosa, principalmente en el envés. Flores tubulosas; corola blanca, de 5 a 8 mm de largo, tubo incluso en el cáliz, este es tubular, 10 dentado, de 3 a 7 mm de largo. Fruto en forma de nuececilla de contorno oblongo a obovado de 1.8 a 2.3 mm de largo y 0.8 a 1.3 mm de ancho, color café, café grisáceo o café negruzco. Mericarpios ovoides, pardos, de más o menos 2.5 mm de largo, finamente granuloso (Rzedowski & Rzedowski, 2005).

*Lepidium chichicara* Desv. Hierba erguida de tallos ramificados y acanalados escasamente pubescentes, con tricomas alargados simples. Puede alcanzar los 100 cm de altura. Hojas simples, linear oblongas, sésiles, ligeramente auriculado-amplexicaules, superficie áspera con escasos tricomas simples generalmente hacia los bordes, bordes irregularmente dentados, nervadura central ensanchada hacia la base. Flores pequeñas dispuestas en racimos terminales. Sépalos caducos de color verdoso, ovadoelípticos, ápice agudo, bordes membranosos o hialinos y ocasionalmente con tricomas simples en la superficie exterior. Pétalos blancos, oblongos, ligeramente más grandes que los sépalos. Silícula glabra, con nerviación reticulada, verdosa, con ápice emarginado. Semillas de color anaranjado claro con la superficie finamente reticulada. Semillas de más o menos 2 mm de longitud, de color

naranja, las cuales se desprenden al abrirse las valvas del fruto, generalmente son dos por fruto (Monsalve & Cano, 2003).

*Trifolium repens* Walter. “trébol blanco”. Es una hierba de porte rastrero, que alcanza aproximadamente, una altura de 10 cm. Hojas trifoliadas, folíolos obovados, denticulados, a menudo con una mancha blanca en el haz. Estípulas brúscamente estrechadas en el ápice, con mancha blanca y sin ninguna velloidad. Los estolones se encuentran abrazados por estípulas membranosas de las hojas. Flores con corola blanca o rosada, membranosa en la fructificación; presentan una pequeña bráctea en su base. Cáliz con 10 nervios. Las flores son de tipo papilionáceo o papilionoides, los frutos contienen tres o cuatro semillas en forma de corazón, sumamente pequeñas y de color variable del amarillo al marrón-rojizo, la semilla tiene forma redondeada con una protuberancia que coincide con la posición de la futura radícula. La cubierta seminal forma una gruesa capa suberizada alrededor de la semilla. Presenta hilo, cicatriz correspondiente al antiguo punto de enganche a la pared del ovario (Álvarez, 2017).

*Triticum aestivum* L. “trigo”. Hierba monocotiledónea. La altura de la planta varía entre 30 y 150 cm; el tallo es recto y cilíndrico. Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta. La espiga está constituida por un eje llamado raquis, que lleva insertas las espiguillas alternativamente a derecha e izquierda. Estas espiguillas están unidas directamente al raquis. Cada espiguilla contiene varias flores. Está compuesta de dos brácteas o glumas. Por encima de ellas, e inserta sobre un pedúnculo, se encuentra la bráctea inferior, que posee en su axila una flor, la cual lleva a su vez otra bráctea superior. Estas brácteas se denominan glumillas o glumelas. La flor da lugar a un fruto único, denominado grano, que lleva un embrión o germen junto a la sustancia de reserva (Guerrero, 1999). Sus granos pueden ser blandos o duros. Semillas cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten (Estrada, 2014).

## 4.2. Hábito

De acuerdo a la definición de Judd *et al.* (2002), quien considera tres hábitos: árbol, arbusto y hierba, se clasificaron las especies encontradas en el banco (Tabla 4).

**Tabla 4: Clasificación del hábito de las especies del banco**

<b>Especie</b>	<b>Hábito</b>
<i>Ambrosia arborescens</i>	Arbusto
<i>Daucus montanus</i>	Hierba
<i>Eucalyptus globulus</i>	Árbol
<i>Festuca</i> sp.	Hierba
<i>Lepidium chichicara</i>	Hierba
<i>Marrubium vulgare</i>	Arbusto
<i>Medicago polymorpha</i>	Hierba
<i>Medicago sativa</i>	Hierba
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	Arbusto
<i>Poa</i> sp.	Hierba
<i>Trifolium repens</i>	Hierba
<i>Triticum aestivum</i>	Hierba

FUENTE: Elaboración propia de acuerdo a la clasificación de Judd *et al.* (2002).

## 4.3. Caracterización de la diversidad espacial y temporal

Los patrones de diversidad se calcularon en base a la riqueza de especies de semillas encontradas, quiere decir, número de especies por muestra (S) y densidad o número de individuos por especie (N). Se calculó el índice de Shannon-Wiener para ambas estaciones muestreadas, comparándose la diversidad del banco con la diversidad expresada de cada transecto, esta última se obtuvo del monitoreo de la vegetación del proyecto FINCYT de código PIAP-2-P-049-14.

Para la estación seca (Tabla 5), los índices de diversidad muestran valores desde 0 hasta 1.609. En los transectos de agricultura se registraron valores de diversidad igual a 0, esto se debe a la poca o nula presencia de individuos, pues en 2 de estos transectos

se registraron solo 1 individuo en cada uno de ellos, mientras que en el tercero no se encontraron individuos. Por otro lado, en los transectos de matorrales se registraron más de 3 especies, por ello sus índices tienen mayor valor. Al comparar el valor de las diversidades del BSS con la diversidad expresada, ésta última tiene valores mayores, pues son muchas más las especies expresadas que las que se encuentran en el banco.

**Tabla 5: Diversidad Shannon- Wiener para la estación seca, de la vegetación expresada y del banco de semillas**

<b>Transecto</b>	<b>Vegetación expresada</b>	<b>Banco de Semillas</b>
<b>Tupicocha (A6)</b>	2.944	0
<b>Cruzgirca (A7)</b>	1.946	0
<b>Rancas (A8)</b>	2.773	0
<b>Cotaparaco</b>	2.485	1.099
<b>Cashatambo</b>	2.485	1.609

Para la estación lluviosa (Tabla 6), la diversidad del BSS es más homogénea, ya que en su mayoría se encontraron más de dos individuos por transecto, a excepción de un transecto de agricultura en el que no se encontraron individuos. Al comparar las diversidades del banco con la diversidad expresada, los valores de éste siguen siendo mayores, pues hay más especies expresadas que en el banco.

**Tabla 6: Diversidad Shannon- Wiener para la estación lluviosa, de la vegetación expresada y del banco de semillas**

<b>Transecto</b>	<b>Vegetación</b>	<b>Banco de</b>
<b>Tupicocha (A6)</b>	3.045	1.609
<b>Cruzgirca (A7)</b>	2.398	1.609
<b>Rancas (A8)</b>	2.944	0
<b>Cotaparaco (M10)</b>	3.045	1.386
<b>Cashatambo (M6)</b>	2.996	1.099

Si bien las semillas presentes en el suelo actúan como reservorio, pues el banco debería contener gran parte de la diversidad total; sin embargo, la diversidad encontrada en el banco fue muy baja, incluso menor a la registrada en la diversidad expresada, pues se registró mayor número de especies en la vegetación expresada que en la del banco (Figura 14).

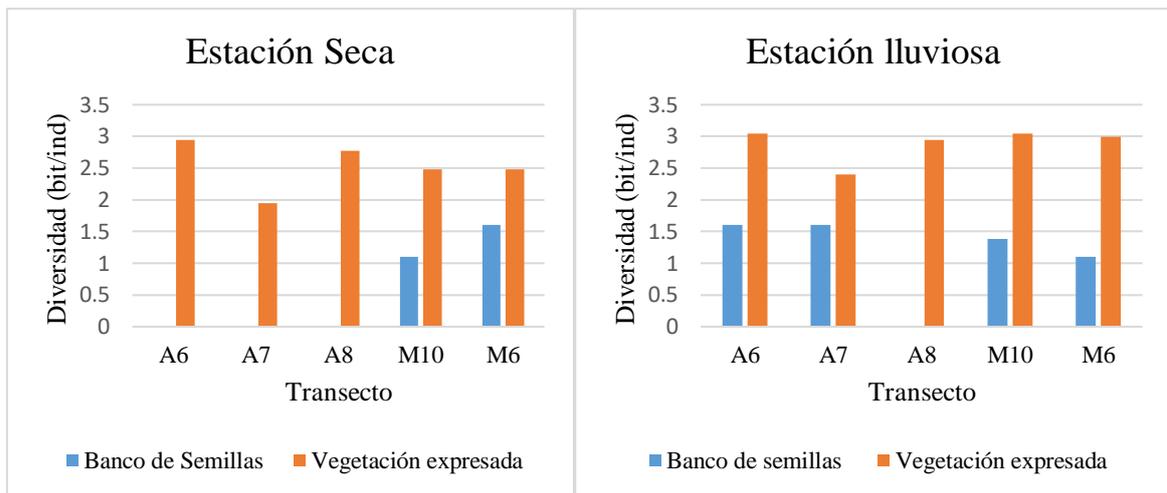


Figura 14: Comparación de las diversidades obtenidas en la estación seca (izquierda) y lluviosa (derecha).

Al comparar la diversidad de los transectos en ambas estaciones (figura 15), se encontró que la diversidad de estación lluviosa fue mayor a la de la estación seca, esto puede explicarse con la germinación de las semillas encontradas en la estación lluviosa, pues fueron estimuladas con la absorción de agua proveniente de las lluvias. Si bien la combinación de factores como temperatura, cantidad de lluvia, precipitación, luz y sustrato, estimulan y aceleran la germinación (Rivas Arancibia *et al.*, 2002), la absorción de agua es fundamental en el proceso, porque desencadena cambios metabólicos que dan paso a la germinación, y probablemente éste sea la principal causa de la ausencia de semillas en la estación seca.

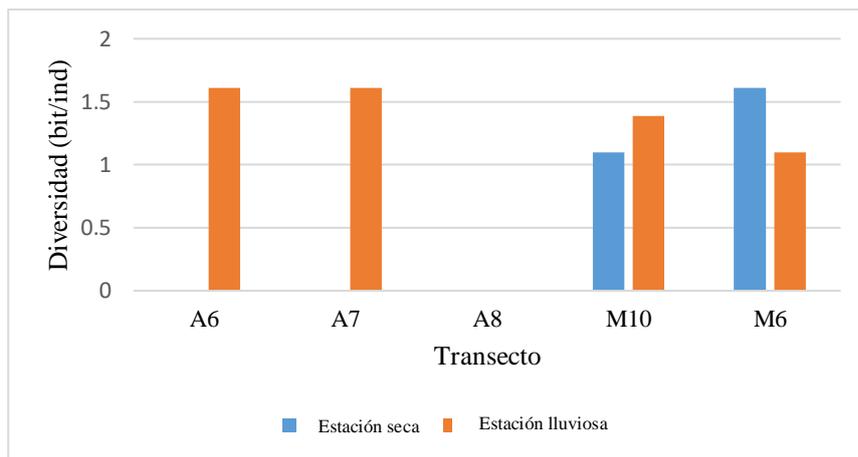


Figura 15: Comparación de las diversidades obtenidas en ambas estaciones.

El ciclo de vida de las plantas anuales se da en un período no mayor a un año, por esto es posible ver los cambios en la planta de una estación a otra. Según Bowers (1987), “la composición de las plantas anuales en un área determinada, depende básicamente de la cantidad y frecuencia de las lluvias”, pues estos controlan el proceso de germinación de las semillas y son los responsables de la liberación de su latencia.

Freas & Kemp (1983) comprobaron, mediante simulación de lluvias con distintas especies de plantas anuales, que el aumento de la humedad causó un aumento significativo en la germinación de las especies, así mientras aumentaba la frecuencia de “lluvias”, la germinación era más probable.

#### Análisis SHE:

Por medio del análisis SHE se buscó verificar si el esfuerzo de muestreo realizado en campo fue el adecuado para obtener información suficiente y lograr determinar el tamaño mínimo de muestra. A continuación, en la figura 16, se muestran las curvas del análisis SHE realizado para cada uno de los transectos de la formación vegetal agricultura y matorral:

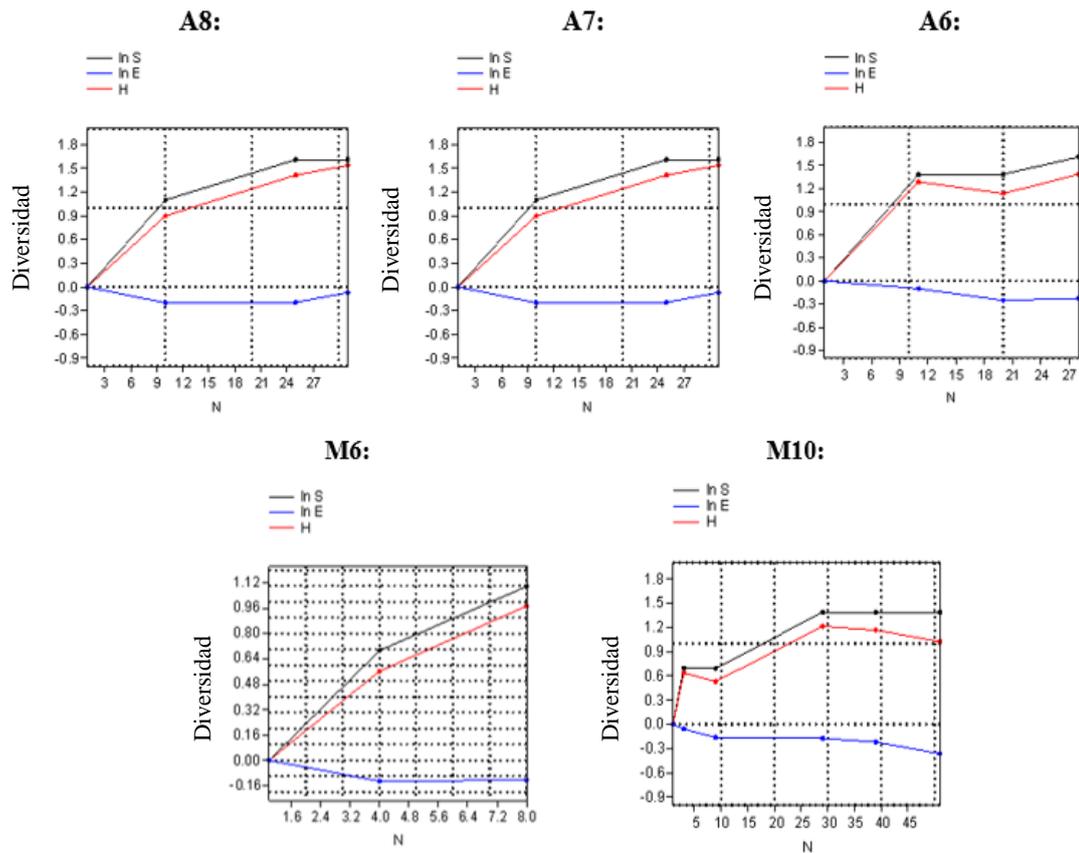


Figura 16: Análisis SHE de los transectos en estudio.

Las curvas del análisis SHE para los transectos de agricultura, muestran tendencia a estabilizarse, a partir de 10 unidades muestrales aproximadamente, mientras que para los de matorrales probablemente logren estabilizarse a partir de 30. Comparando estos resultados con la cantidad empleada en campo, es posible afirmar que las cantidades muestrales evaluadas no fueron suficientes para obtener datos más robustos que nos permitan concluir de forma satisfactoria.

### Análisis Cluster

Para el análisis Cluster, se decidió usar el índice de Morisita, debido a la naturaleza de los datos, que son de tipo cuantitativo. Se tomó en consideración las especies de semillas encontradas en cada transecto tanto en la estación seca como en la lluviosa, y de acuerdo a esta similitud los datos fueron agrupados (Figura 17).

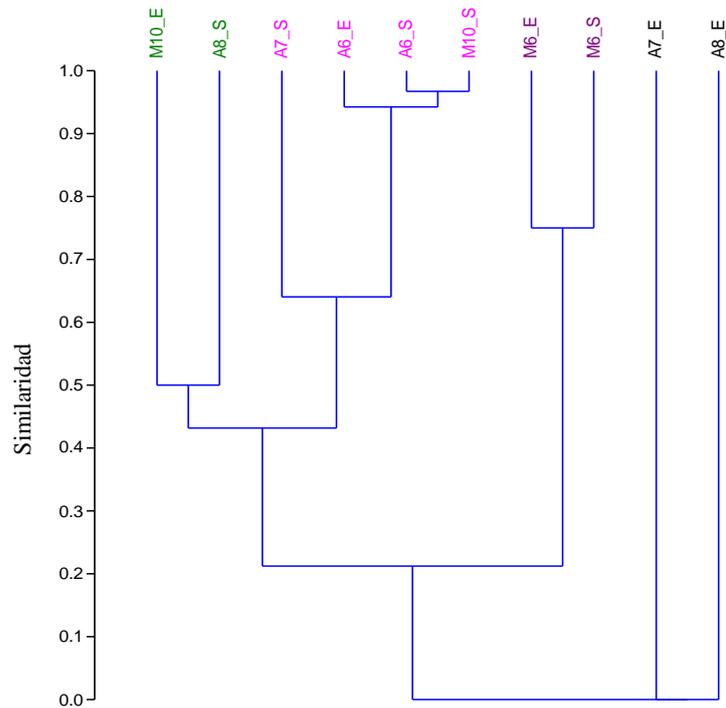


Figura 17: Análisis Cluster de cada transecto en ambas estaciones en estudio.

Analizando la similitud de los transectos, se tiene que los transectos Cashatambo (M10) de la estación lluviosa tiene mayor similitud con el transecto A8 de la estación seca porque en ambos se encontró *Lepidium chichicara* y *Medicago sativa*. La siguiente agrupación se basó en que los transectos Cruzgirca, Tupicocha y Cashatambo (A7, A6 Y M10, respectivamente) de la estación seca y Tupicocha (A6) de la estación lluviosa presentan *Medicago sativa*, así mismo, se agruparon el transecto Cotaparaco (M6) de estación lluviosa con el mismo Cotaparaco (M6) de la estación seca porque ambos presentan *Medicago polymorpha*. Así mismo, e realizó el análisis Cluster para cada formación vegetal, para ver el comportamiento de los transectos en cada estación (lluviosa y seca).

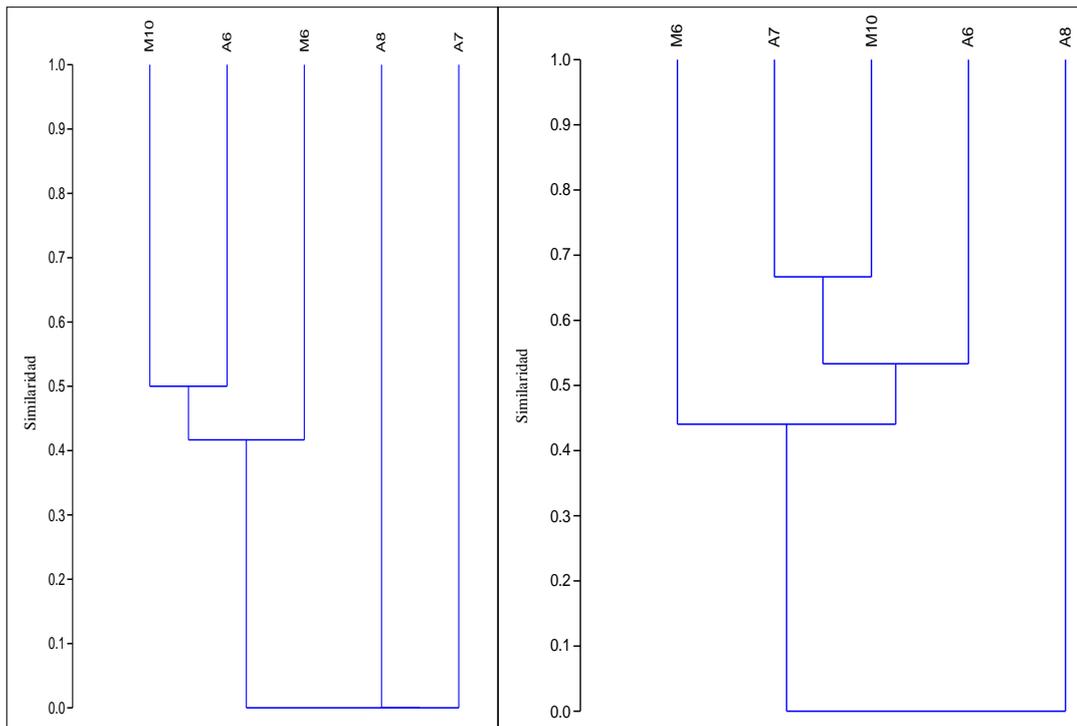


Figura 18: Análisis Cluster para la estación seca (izquierda) y lluviosa (derecha).

Como se muestra en la figura 18, el agrupamiento de los transectos para ambas estaciones no depende de su formación vegetal, pues los transectos con mayor similitud tienen diferente origen. Sin embargo, para la estación seca la similitud entre transectos es mucho menor que en la estación lluviosa, encontrándose que cuatro de los cinco presentan similitud al 0.4, los cuales se encuentran cerca, y probablemente éste sea la causa de la similitud.

## NMMDS

De acuerdo al análisis de Escalamiento multidimensional no métrico (Non-metric MDS) para identificar los grupos de transectos semejantes (Figura 19). Estos se agruparon por la presencia o ausencia de las especies. Otro patrón de agrupación se da de acuerdo a la formación vegetal: matorrales para un grupo y para el otro, agricultura, teniendo un transecto diferente perteneciente a cada grupo.

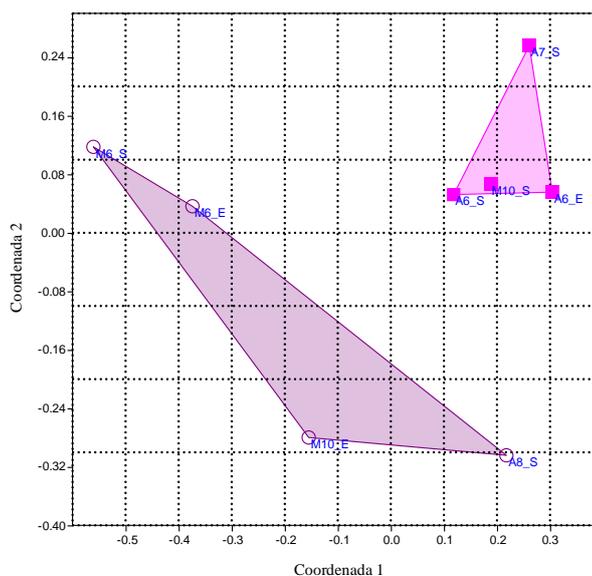


Figura 19: Grupo de transectos sugeridos por análisis Non-metric MDS.

El NMMDS sugiere la formación de dos grupos a partir de 10 transectos evaluados en las formaciones vegetales agricultura y matorral. El número de transecto de cada agrupación fue de 4 (morado, Grupo1) y 4 (rosa, Grupo 2).

#### NP-MANOVA

Para evaluar la significación estadística de los grupos encontrados en el análisis NMMDS se usó el Análisis de Varianza Multivariado No Paramétrico (NP-MANOVA).

**Tabla 7: NP-MANOVA de los grupos definidos por NMMDS. En amarillo las comparaciones pareadas que alcanzan significación estadística**

Suma de cuadrados: 1.391  
 Suma de cuadrados intragrupos: 0.7763  
 F= 4.749  
 p= 0.0291

	G1	G2
G1	0	0.0289
G2	0.0289	0

Con un valor de  $p=0.0291$  se encontraron diferencias significativas entre los grupos; tal como se muestra en la Tabla 7, los 2 grupos de transectos alcanzan diferencias con significación estadística, por ello podemos deducir que realmente son diferentes.

Como siguiente paso se procedió a encontrar las variables que los definen mediante el Análisis de Componentes principales.

## ACP

Para el ACP, se consideraron los dos primeros componentes, pues juntos recogen el 86 por ciento de la variabilidad de los datos totales, con un p-value de 0.028, lo cual les da un mayor valor de significancia.

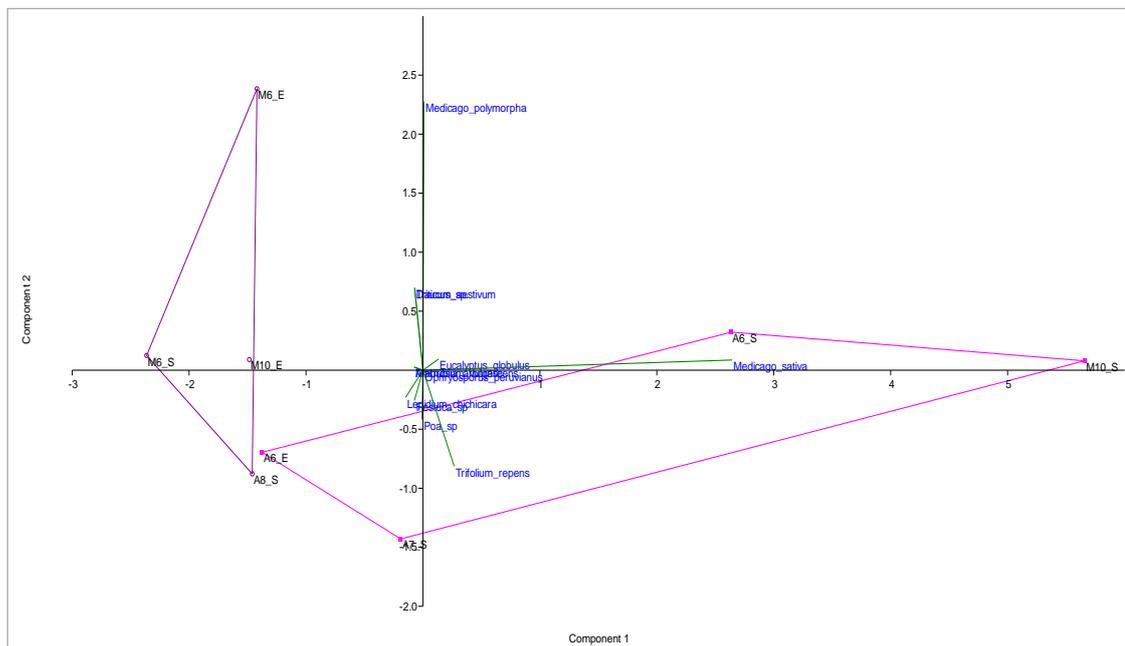


Figura 20: Análisis de Componentes Principales.

Para el diagrama de dispersión de la figura 20, podemos identificar 2 agrupados, Grupo 1 (morado) que se encuentra asociado positivamente con el CP2 y Grupo 2 (rosado) asociado positivamente al CP1.

Para el CP1 las variables que se encuentran asociadas positivamente son *Medicago sativa* y *Trifolium repens*, especies consideradas arvenses, por lo tanto, definen al Grupo 2. A su vez, las variables que correlacionan al CP2 positivamente son *Medicago polymorpha*, *Triticum aestivum* y *Daucus montanus*, especies cultivadas, por lo tanto, estos definen al Grupo 1.

Si bien las variables que definen a cada grupo son diferentes, no existe una característica específica para cada uno de ellos, que nos permita explicar la relación de las variables que los conforman.

#### Kruskall-Wallis

Mediante este análisis se comparó las densidades de semillas de las formaciones vegetales en estudio y verificó si poseen diferencias significativas. Para esto se analizó cada formación en cada estación evaluada, como lo muestra la Tabla 8.

**Tabla 8: Test de Kruskal -Wallis para la estación seca (izquierda) y lluviosa (derecho)**

H (chi2):	6.818	H (chi2):	6.818
Hc (tie corrected):	7.031	Hc (tie corrected):	6.902
p (same):	0.00801	p (same):	0.008611

Con un p-value de 0.00801 y 0.008611 es posible afirmar que existe diferencias significativas entre las formaciones vegetales, para ambas estaciones analizadas. Quiere decir, que las diversidades encontradas en la estación seca y lluviosa para ambas formaciones vegetales son diferentes.

#### Gráfico de cajas y bigotes

Mediante el análisis de cajas y bigotes se buscó comparar las medianas de las diversidades del banco de semilla con respecto a las diversidades totales para las estaciones evaluadas (figura 21), de este modo notar cuánto es que difieren los valores entre una diversidad y otra.

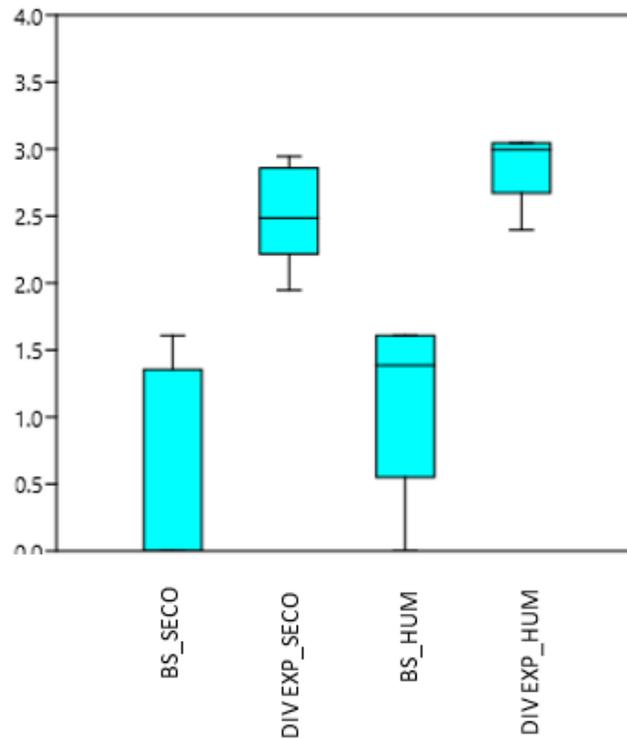


Figura 21: Gráfico de cajas y bigotes de las diversidades expresadas y del banco de semillas.

Para ambas estaciones del BSS es posible notar que los valores de diversidad se encuentran muy dispersos, siendo uno de los valores cero, esto debido a que no se registraron semillas en ciertos transectos, lo que evidencia mayor heterogeneidad en los datos. Por lo contrario, los gráficos de las diversidades expresadas se muestran más homogéneas y los rangos de los valores son menos variados.

## V. CONCLUSIONES

1. Los transectos evaluados en las formaciones vegetales agricultura y matorral no mostraron diferencias sobresalientes en su composición de semillas.
2. Las especies encontradas en los distintos transectos fueron: *Ambrosia arborescens*, *Ophryosporus peruvianus*, *Lepidium chichicara*, *Trifolium repens*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Marrubium vulgare*, *Eucalyptus globulus*, *Triticum aestivum*, *Poa* sp., *Festuca* sp, *Daucus montanus*.
3. La mayoría de especies registradas fueron de agricultura, indistintamente de la formación donde fueron encontradas, esto indica que, probablemente, estas especies funcionan como fuente para el resto de los transectos que se encuentran alrededor, además puede que estas se encontraran ahí desde hace mucho tiempo, desde cuando esas parcelas eran utilizadas como áreas de cultivo.
4. Las especies de semillas encontradas en la formación vegetal matorral, fueron de tipo agricultura, sin embargo, estos no se registraron en la diversidad expresada, lo que indica que en la zona hay especies ya establecidas, las que lo caracterizan, e impiden la germinación de otras.
5. Las especies registradas en el banco transitorio no explican la diversidad expresada, pues ésta posee mayor cantidad de especies diferentes, las que no fueron registrados en la diversidad del banco.
6. La mayor diversidad encontrada fue en la estación lluviosa, pues se registraron mayor número de especies, a diferencia de la estación seca.
7. La mayoría de especies encontradas fueron hierbas, pues la superficie evaluada (arriba de los 5cm del suelo), pertenece al banco de semillas transitorio.
8. La cantidad de transectos evaluados no fue suficiente para lograr el tamaño mínimo de muestra, sumado a las diferentes metodologías empleadas para evaluar las estaciones no permitieron tener resultados concluyentes.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Trabajar con un mayor número de transectos para un mejor número de datos que permitan tener mejores resultados.
- Aplicar la misma metodología para todo el muestreo.
- Una vez que los suelos llegaran al laboratorio, no permitir que pase mucho tiempo para el tamizado, ya que esto puede influir en la viabilidad de las semillas.
- Someter a las semillas a pruebas de germinación más específicos, además de mejorar las condiciones de los tratamientos a las que son sometidas las semillas, esto es, temperatura, riego, suelo, para garantizar su germinación.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, S.; Wills, J.; Cayton, L.; Lanckriet, G.; Kriegman, D.; Belongie, S. (2007). Generalized non-metric multidimensional scaling (en línea). International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (1):11-18. Disponible en [http://machinelearning.wustl.edu/mlpapers/paper\\_files/AISTATS07\\_AgarwalWCLKB.pdf](http://machinelearning.wustl.edu/mlpapers/paper_files/AISTATS07_AgarwalWCLKB.pdf).
- Aguirre, Z.; Linares-Palomino, R.; Peter, L. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* 13(2):324-350.
- Álvarez, L. (2017). Estudio carpológico de la flora actual y precolombina de la comunidad Joyagshi, Parroquia Llagos, Cantón Chunchi, Provincia de Chimborazo. (Tesis de Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Anderson, M.J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26(1):32-46. doi: 10.1046/j.1442-9993.2001.01070.x.
- Ariza Alcaraz, J.F. (2013). Polinización y dispersión. *Geobotánica* :11.
- Arnao L. (2017). Modelamiento de la estructura del paisaje relacionado con el cambio de temperatura para el distrito de Cajatambo entre 1987 - 2014 (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Arroyo, M.T.K.; Armesto, J.J.; Primack, R.B. (1985). Community studies in Pillination Ecology in the high temperature andes of Central Chile. *Plant Systematics and Evolution* 149(3):187-203.
- Baev, P.V. & Penev, L.D. (1995). Biodiv: Program for calculating biological diversity parameters. Similarity, niche overlap, and cluster analysis. Pensoft. Sofia- Moscú. 57 p.
- Baker, J. (1989). Some aspects of the natural history of seed banks. *Ecology of soil seed banks* (I):9-24.
- Bakker, J.P.; Bakker, E.S.; Rosén, E.; Verweij, G.L.; Bekker, R.M. (1996). Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus*

- shrubland (en línea). *Journal of Vegetation Science* 7(2):165-176. Disponible en <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0030441546&partnerID=40&md5=d16354c37b534825e6c244ad96f78e1b>.
- Baskin, C. & Baskin, J. (2001). Seeds, Ecology, Biogeography and Evolutios of Dormancy, and Germination (en línea). 152. 204 pp. doi: 10.1016/S0048-7333(99)00081-5.
  - Baskin, J. & Baskin, C. (1983). Seasonal Changes in the Germination Responses of Buried Seeds of *Arabidopsis thaliana* and Ecological Interpretation. *Botanical Gazzete* 144(4):540-543.
  - Bazzaz, F.A. (1979). The physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10(1):351-371. doi: 10.1146/annurev.es.10.110179.002031.
  - Buzas, M. & Hayek, L.A. (1998). SHE analysis for biofacies identification (en línea). *Journal of Foraminiferal Research* 28(3):233-239. Disponible en <http://www.scopus.com/scopus/inward/record.url?eid=2-s2.0-0032222221&partnerID=40&rel=R6.5.0>.
  - Campo, A.M. & Duval, V.S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 34(2):25-42. doi: 10.5209/rev\_aguc.2014.v34.n2.47071.
  - Cano de Terrones, T. (2014). Caracterización de una espirolactona Sesquiterpénica á-metilénica obtenida de *Ambrosia arborescens* Miller y evaluación de su actividad biológica en *Tripanosoma cruzi*. *Revista Sociedad Química del Perú* 80(2):124-135.
  - Chambers, J.C. (1989). Seed viability of alpine species: variability within and among years. *Journal of Range Management* 42(4):304-308. doi: 10.2307/3899499.
  - D'Angela, E.; Facelli, J.M.; Jacobo, E. (1988). The role of the permanent soil seed bank in early stages of a post-agricultural succession in the Inland Pampa, Argentina. *Vegetatio* 74(1):39-45. doi: 10.1007/BF00045612.
  - Davidson, D.; Inouye, R.; Brown, J. (1984). Granivory in a desert ecosystem: experimental evidence for indirect facilitation of ants by rodents. *Ecology* 65(6):1780-1786.
  - De la Cuadra, C. (1992). Germinacion, latencia y dormicion de las semillas. s.l.,

- s.e., vol.3. p. 24. doi: 10.2169/internalmedicine.50.4967.
- De Souza Maia, M.; Maia, F.; Pérez, M. (2006). Bancos de semillas en el suelo. XXIII(1):33-44.
  - Di Marco, E. (2015). Ficha técnica: *Eucalyptus globulus* sp. *globulus* Labill (Eucalipto blanco) Familia Myrtaceae (en línea). 14. s.l., s.e. Disponible en <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/revista-produccion-forestal/14.pdf>.
  - Espeland, E.K.; Perkins, L.B.; Leger, E.A. (2010). Comparison of seed bank estimation techniques using six weed species in two soil types (en línea). *Rangeland Ecology and Management* 63(2):243-247. doi: 10.2111/REM-D-09-00109.1.
  - Espinosa-García, F. J. & Sarukhán J. (1997). Manual de malezas del Valle de México. Ediciones Científicas Universitarias UNAM-Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 407 pp.
  - Estrada, D. (2014). Caracterización agronómica y económica del Trigo (*Triticum aestivum*) variedad Jupateco, en la comunidad La Colmena, Jinotega, Nicaragua. s.l., s.e. 37 p.
  - Eyes-Escalante, M.; Rodríguez-Barrios, J.; Gutiérrez-Moreno, L. (2012). Descomposición de hojarasca y su relación con los macroinvertebrados acuáticos del Río Gaira (Santa Marta - Colombia) (en línea). *Acta Biologica Colombiana* 17(1):77-91. Disponible en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84861476609&partnerID=40&md5=30b97054618602e80e697694c0a28a42>.
  - El monte mediterráneo en Andalucía. (2005). s.l., s.e. 141-152 p.
  - Freas, K.E. & Kemp, P.R. (1983). Some Relationships Between Environmental Reliability and Seed Dormancy in Desert Annual Plants. *The Journal of Ecology* 71(1):211-217. doi: 10.2307/2259973.
  - Guerrero, A. (1999). Cultivos herbáceos extensivos. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 22 p.
  - Goodall, W.; Chidls, S.; Wiebe, H. (1972). Methodological and validation study of seed reserves in desert soils. *Desert biome Research* :1-9. doi: 10.1556/168.2018.19.1.10.
  - Guo, Q.; Rundel, P.W.; Goodall, D.W. (1998). Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: Patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environments* 38(3):465-478. doi: 10.1006/jare.1997.0353.

- Harper, J.L. (1977). Population biology of plants. s.l., s.e. 892 p.
- Harris, J. & Harris, M. (2001). Plant Identification Terminology: An Illustrated Glossary. s.l., s.e., vol.2. doi: 10.2307/1222694.
- Henderson, C.B.; Petersen, K.E.; Redak, R.A. (1988). Spatial and Temporal Patterns in the Seed Bank and Vegetation of a Desert Grassland Community. *The Journal of Ecology* 76(3):717-728. doi: 10.2307/2260569.
- Herrera, C. (2002). Seed dispersal by vertebrates. s.l., s.e. p. 185-208. Houle, G. & Phillips, D. (1988). The soil seed bank of granite outcrop plant communities. *Oikos* 52(1):87-93.
- Janzen, D.H. (1970). Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. *The American Naturalist* 104(940):501-528. doi: 10.1086/282687.
- Jewsbury, G. (2016). Plantas forrajeras. Cátedra Botánica Taxonómica. Recuperado desde: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wp-content/uploads/sites/14/2016/08/Forrajeras.-2016.pdf>
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F.; Donoghue, M.J. (2002). Plant systematics: a phylogenetic approach. Society of Systematic Biologists 53(3):517-518.
- Leck, M.; Parker, V.; Simpson, R. (1989). Ecology of soil seed banks. s.l., s.e. 462 p.
- Liu, G-H.; Zhou, J.; Li, W.; Cheng, Y. (2005). The seed bank in a subtropical freshwater marsh: Implications for wetland restoration. *Aquatic Botany* 81(1):1-11. doi: 10.1016/j.aquabot.2004.07.001.
- Lucena, I.D.; Novara L.J.; Cuezco A.R. (2012). Flora del valle de Lerma. Aportes botánicos de Salta - Ser. Flora. 11(6).
- Magurran, A. (1996). Ecological Diversity and its measurement. s.l., s.e. 180 p.
- Marañón, T. (2001). Ecología del banco de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas. *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional* :153-181.
- McGraw, J.B. (1986). Seed-bank properties of an Appalachian sphagnum bog and a model of the depth distribution of viable seeds. *Canadian Journal of Botany* 65(10):2028-2035. doi: 10.1139/b87-277.
- Monsalve, C. & Cano, A. (2003). Taxonomía y distribución de la familia Brassicaceae en la provincia de Huaylas, Ancash. *Revista Peruana de Biología* 10(1):20-32.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. s.l., s.e. 86 p.

- Peet, R. (1974). The Measurement of Species Diversity. *Ecology and Systematics* :3-10. doi: 10.2110/scn.79.06.0003.
- Perdomo, F.; Vibrans, H.; Romero, A.; Domínguez, J.A.; Medina, J.L. (2004). Análisis de SHE, una herramienta para estudiar la diversidad de maleza. *Revista Fitotecnica Mexicana* 27(1):57-61.
- Pita, J. & Perez, F. (1998). Germinacion De Semillas (en línea). s.l., s.e. 20 p. Disponible en [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf) %0A[https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf).
- Pivcevic, C. (2010). Estudio de la flora del humedal de Mantagua. Valparaíso, Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura y Diseño.
- Price, M. & Podolsky, R. (1989). Mechanisms of seed harvest by heteromyid rodents: soil texture effects on harvest rate and seed size selection. *Oecologia* 81:267-273.
- Price, M. & Reichman, O. (1987). Distribution of seeds in sonoran desert soils : implications for heteromyid rodent foraging. *Ecology* 68(6):1797-1811.
- Reñé Viñales, R. (1998). El banco de semillas del suelo en comunidades pratenses de montaña, con distintos regímenes de gestión agrícola. s.l., s.e., vol.43. 58 p.
- Rivas Arancibia, S.; Zavala Hurtado, J.; Montaña, C. (2002). Las plantas anuales del desierto. s.l., s.e. p. 70-78.
- Rozzi, R.; Arroyo, M.K.; Armesto, J.J. (1997). Ecological factors affecting gene flow between populations of *Anarthrophyllum cumingii* (Papilionaceae) growing on equatorial- and polar-facing slopes in the Andes of Central Chile. *Plant Ecology* 132(2):171-179. doi: 10.1023/A:1009747118914.
- Rzedowski, G. & Rzedowski J. (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Tavera, J. (2018). Un bosque de protección al servicio de una ciudad (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Terrádez, M. (1998). Análisis de conglomerados. s.l., s.e. 1-9 p.
- Thompson, K.; Band, S.R.; Hodgson, J.G. (1993). Seed size and shape predict

- persistence in soil. *Functional Ecology* 7(2):236-241. doi: 10.2307/2389893.
- Thompson, K. & Grime, J.P. (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *The Journal of Ecology* 67(3):893-921. doi: 10.2307/2259220.
  - Varela, S & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica «Sistemas Forestales Integrados» 3(1):10. doi: 10.4049/jimmunol.1202113.
  - Westoby, M.; Jurado, E.; Leishman, M. (1992). Ecology of Seed Size. *Trends in Ecology and Evolution* 7(11):368-372. doi: 10.1016/0169-5347(92)90006-W.
  - Williams, W.A.; Cook, O.D.; Kay, B.L. (1974). Germination of native desert shrubs. *California Agriculture* 28(8):13-13.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1: Especies registradas en las zonas de estudio.

<b>Especies</b>	<b>D. Expresada</b>	<b>D. Banco</b>
<i>Adiantum capillus-veneris</i> (L.) Hook	x	
<i>Agave cordillerensis</i> Lodé & Pino	x	
<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.)R.M. King &H. Rob.	x	
<i>Aldama helianthoides</i> (Rich.) E.E. Schill. & Panero	x	
<i>Alonsoa</i> Ruiz & Pav.	x	
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	x	
<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	x	x
<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.	x	
<i>Austrocylindropuntia subulata</i> (Muehlenpf.) Backeb.	x	
<i>Baccharis</i> L.	x	
<i>Baccharis gnidiifolia</i> Kunth	x	
<i>Bidens pilosa</i> L.	x	
<i>Bomarea</i> Mirb.	x	
<i>Calamagrostis</i> Adans.	x	
<i>Calceolaria annua</i> Edwin	x	
<i>Cestrum auriculatum</i> Pers.	x	
<i>Convolvulaceae</i> Juss.	x	
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	x	
<i>Cosmos</i> Cav.	x	
<i>Cyperus</i> L.	x	
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	x	
<i>Dalea exilis</i> DC.	x	
<i>Dalea onobrychis</i> DC.	x	
<i>Daucus montanus</i> Schmidt ex Nyman		x
<i>Dicliptera cf. montana</i> Lindau	x	
<i>Equisetum cf. bogotense</i> Kunth	x	
<i>Eragrostis</i> Wolf	x	
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) Léman ex DC.	x	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.		x
<i>Festuca</i> L.	x	x
<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell	x	
<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell	x	
<i>Geranium core-core</i> Steud.	x	
<i>Geranium matucanense</i> R. Knuth	x	

Continuación...

<i>Halenia mathewsii</i> Gilg	x	
<i>Hesperomeles cuneata</i> Lindl.	x	
<i>Hypochaeris brevicaulis</i> Phil.	x	
<i>Ipomoea</i> L.	x	
<i>Jungia paniculata</i> (DC.) A. Gray	x	
<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothm.	x	
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	x	
<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm.	x	
<i>Lepidium chichicara</i> Desv.		x
<i>ilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	x	
<i>Lomanthus subcandidus</i> (A. Gray) B. Nord.	x	
<i>Marrubium vulgare</i> Benth.		x
<i>Medicago polymorpha</i> Roxb.	x	x
<i>Medicago sativa</i> Urb.	x	x
<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	x	
<i>Minthostachys mollis</i> Griseb.	x	
<i>Minthostachys setosa</i> (Briq.) Epling	x	
<i>Minthostachys mollis</i> Griseb.	x	
<i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav.	x	
<i>Nassella pubiflora</i> (Trin. & Rupr.) E. Desv.	x	
<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton	x	
<i>Ophryosporus aff. peruvianus</i>	x	x
<i>Ophryosporus peruvianus</i> (J.F. Gmel.) R.M. King & H. Rob.	x	x
<i>Paspalum</i> L.	x	
<i>Passiflora peduncularis</i> Cav.	x	
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	x	
<i>Plantago lanceolata</i> Karnauch	x	
<i>Rumex obtusifolius</i> Boiss.	x	
<i>Salvia cruikshanksii</i> Benth.	x	
<i>Schinus molle</i> L.	x	
<i>Senna malaspinae</i> H.S. Irwin & Barneby	x	
<i>Stenomesson</i> Herb.	x	
<i>Stevia macbridei</i> B.L. Rob.	x	
<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	x	
<i>Tagetes pusilla</i> Kunth	x	
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	x	
<i>Tecoma sambucifolia</i> Kunth	x	
<i>Tecoma stans</i> Griseb.	x	
<i>Tetraglochin cristatum</i> (Britton) Rothm.	x	
<i>Trifolium repens</i> Walter	x	x
<i>Triticum aestivum</i> L.		x
<i>Valeriana</i> L.	x	
<i>Vasconcellea candicans</i> (A. Gray) A. DC.	x	
<i>Vasquezia oppositifolia</i> (Lag.) S.F. Blake	x	
<i>Veronica persica</i> Poir.	x	

FUENTE: Las especies de la diversidad expresada se obtuvieron de los registros del Mag. Aldo Ceroni Stuva dentro del Proyecto FINCYT (2014).

Anexo 2: Datos meteorológicos Estación Meteorológica (Setiembre 2017 – Enero 2018).

Temperatura (°C) máxima, media y mínima diaria

<b>Día/mes/año</b>	<b>Temperatura Max (°C)</b>	<b>Temperatura Med (°C)</b>	<b>Temperatura Min (°C)</b>
01-Sep-2016	18	12.25	6.5
02-Sep-2016	17.9	11.9	5.9
03-Sep-2016	17.3	11.5	5.7
04-Sep-2016	17.6	11.25	4.9
05-Sep-2016	19.9	12.35	4.8
06-Sep-2016	19.5	12.7	5.9
07-Sep-2016	19	13.05	7.1
08-Sep-2016	19.5	13.35	7.2
09-Sep-2016	18	12.9	7.8
10-Sep-2016	19.2	12.8	6.4
11-Sep-2016	19.5	12.5	5.5
12-Sep-2016	17.9	12	6.1
13-Sep-2016	17.5	11	4.5
14-Sep-2016	18	11.45	4.9
15-Sep-2016	17.8	12.15	6.5
16-Sep-2016	18.6	12.75	6.9
17-Sep-2016	19.6	12.75	5.9
18-Sep-2016	20.4	14.1	7.8
19-Sep-2016	20.2	14.45	8.7
20-Sep-2016	18.4	12.9	7.4
21-Sep-2016	19	13.3	7.6
22-Sep-2016	17.5	12.4	7.3
23-Sep-2016	18.8	13.05	7.3
24-Sep-2016	18.1	12.75	7.4
25-Sep-2016	18	12.5	7
26-Sep-2016	18	12.45	6.9
27-Sep-2016	15.7	11.25	6.8
28-Sep-2016	16	11.15	6.3
29-Sep-2016	18.5	12.65	6.8
30-Sep-2016	18.2	12.45	6.7

FUENTE: SENAMHI (2019).

Continuación...

<b>Día/mes/año</b>	<b>Temperatura Max (°C)</b>	<b>Temperatura Med (°C)</b>	<b>Temperatura Min (°C)</b>
1-Ene-17	15.4	11.2	7
2-Ene-17	16.2	11.8	7.4
3-Ene-17	16.2	12.15	8.1
4-Ene-17	15.2	10.95	6.7
5-Ene-17	15.6	11.45	7.3
6-Ene-17	13.3	9.9	6.5
7-Ene-17	16.5	12.25	8
8-Ene-17	15.9	12.15	8.4
9-Ene-17	13.9	9.5	5.1
10-Ene-17	11.3	8.65	6
11-Ene-17	13	9.1	5.2
12-Ene-17	13.4	10.3	7.2
13-Ene-17	15.2	11.4	7.6
14-Ene-17	12.4	9.7	7
15-Ene-17	10	8.35	6.7
16-Ene-17	11	8.4	5.8
17-Ene-17	13.4	9.7	6
18-Ene-17	16.2	11.7	7.2
19-Ene-17	14.3	10.8	7.3
20-Ene-17	16.6	12.1	7.6
21-Ene-17	10.5	9.05	7.6
22-Ene-17	9.6	8.25	6.9
23-Ene-17	10.1	8.15	6.2
24-Ene-17	13.4	9.8	6.2
25-Ene-17	12.1	9.2	6.3
26-Ene-17	14.1	10	5.9
27-Ene-17	15	10.9	6.8
28-Ene-17	17.4	12.1	6.8
29-Ene-17	17.5	12.5	7.5
30-Ene-17	16.4	11.65	6.9
31-Ene-17	16.5	11.9	7.3

FUENTE: SENAMHI (2019).

Anexo 3: Dirección y Velocidad del viento en los meses de Setiembre 2016 – Enero 2017.

<b>Día/mes/año</b>	<b>Dirección del Viento 13h</b>	<b>Velocidad del Viento 13h (m/s)</b>	<b>Día/mes/año</b>	<b>Dirección del Viento 13h</b>	<b>Velocidad del Viento 13h (m/s)</b>
<b>01-Sep-2016</b>	NE	6	<b>1-Ene-17</b>	SE	2
<b>02-Sep-2016</b>	NE	2	<b>2-Ene-17</b>	NE	4
<b>03-Sep-2016</b>	NE	6	<b>3-Ene-17</b>	NE	2
<b>04-Sep-2016</b>	NE	2	<b>4-Ene-17</b>	C	
<b>05-Sep-2016</b>	NE	4	<b>5-Ene-17</b>	NE	2
<b>06-Sep-2016</b>	NE	4	<b>6-Ene-17</b>	NE	4
<b>07-Sep-2016</b>	NE	4	<b>7-Ene-17</b>	NE	2
<b>08-Sep-2016</b>	NE	4	<b>8-Ene-17</b>	NE	2
<b>09-Sep-2016</b>	NE	6	<b>9-Ene-17</b>	SE	2
<b>10-Sep-2016</b>	NE	2	<b>10-Ene-17</b>	C	
<b>11-Sep-2016</b>	NE	4	<b>11-Ene-17</b>	NE	2
<b>12-Sep-2016</b>	NE	4	<b>12-Ene-17</b>	NE	4
<b>13-Sep-2016</b>	NE	4	<b>13-Ene-17</b>	NE	2
<b>14-Sep-2016</b>	C		<b>14-Ene-17</b>	NE	2
<b>15-Sep-2016</b>	SW	4	<b>15-Ene-17</b>	C	
<b>16-Sep-2016</b>	NE	6	<b>16-Ene-17</b>	C	
<b>17-Sep-2016</b>	SE	12	<b>17-Ene-17</b>	C	
<b>18-Sep-2016</b>	NE	4	<b>18-Ene-17</b>	NE	2
<b>19-Sep-2016</b>	NE	14	<b>19-Ene-17</b>	NE	2
<b>20-Sep-2016</b>	NE	4	<b>20-Ene-17</b>	NE	2
<b>21-Sep-2016</b>	NE	4	<b>21-Ene-17</b>	C	
<b>22-Sep-2016</b>	NE	4	<b>22-Ene-17</b>	C	
<b>23-Sep-2016</b>	NE	4	<b>23-Ene-17</b>	NE	2
<b>24-Sep-2016</b>	NE	2	<b>24-Ene-17</b>	NE	2
<b>25-Sep-2016</b>	SW	4	<b>25-Ene-17</b>	C	
<b>26-Sep-2016</b>	NE	4	<b>26-Ene-17</b>	C	
<b>27-Sep-2016</b>	NE	4	<b>27-Ene-17</b>	C	
<b>28-Sep-2016</b>	NE	4	<b>28-Ene-17</b>	NE	4
<b>29-Sep-2016</b>	NE	2	<b>29-Ene-17</b>	SW	4
<b>30-Sep-2016</b>	NE	6	<b>30-Ene-17</b>	NW	4
			<b>31-Ene-17</b>	NE	2

FUENTE: SENAMHI (2019).

Anexo 4: Precipitación en los meses de Setiembre 2016 – Enero 2017.

Día/mes/año	Precipitación (mm)		Día/mes/año	Precipitación (mm)	
	7	19		7	19
01-Sep-2016	0	0	1-Ene-17	5.7	7.9
02-Sep-2016	0	0	2-Ene-17	0	5.7
03-Sep-2016	0	0	3-Ene-17	0	2
04-Sep-2016	0	0	4-Ene-17	0	1.2
05-Sep-2016	0	0	5-Ene-17	0	0.7
06-Sep-2016	0	0	6-Ene-17	0.5	1.1
07-Sep-2016	0	0	7-Ene-17	0	7.3
08-Sep-2016	0	0	8-Ene-17	0	2.6
09-Sep-2016	0	0	9-Ene-17	0	0
10-Sep-2016	0	0	10-Ene-17	0	18
11-Sep-2016	0	0	11-Ene-17	0.2	3.8
12-Sep-2016	0	0	12-Ene-17	1.3	9.1
13-Sep-2016	0	0	13-Ene-17	1.3	16.7
14-Sep-2016	0	0	14-Ene-17	0	8.5
15-Sep-2016	0	2.2	15-Ene-17	5.7	6.9
16-Sep-2016	0	0	16-Ene-17	8.8	11.3
17-Sep-2016	0	0	17-Ene-17	1.8	0
18-Sep-2016	0	2.6	18-Ene-17	0	0
19-Sep-2016	0	0	19-Ene-17	0	1.1
20-Sep-2016	1.1	0	20-Ene-17	2.1	0
21-Sep-2016	0	0	21-Ene-17	0.2	0.4
22-Sep-2016	0	0.2	22-Ene-17	5.7	11.6
23-Sep-2016	0	0.8	23-Ene-17	10	3.1
24-Sep-2016	0	0	24-Ene-17	1.1	10.5
25-Sep-2016	0	7.8	25-Ene-17	6.2	8.5
26-Sep-2016	0	0	26-Ene-17	1.1	1
27-Sep-2016	0	1	27-Ene-17	1.2	0
28-Sep-2016	0	1.6	28-Ene-17	0	0
29-Sep-2016	0	0	29-Ene-17	0	0
30-Sep-2016	0	1.5	30-Ene-17	0	0.4
			31-Ene-17	1.6	1.5

FUENTE: SENAMHI (2019).

Anexo 5: Cronología de muestreo y actividades de preparación de muestras por unidad muestral.

Unidad Muestral	Recolección de muestras	Secado y etiquetado	Tamizado	Colocación en bandejas	Colocación en semilleros	Identificación de semillas
0	20/09/2016	10/11/2016	25/05/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
1	20/09/2016	10/11/2016	30/05/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
2	21/09/2016	10/11/2016	5/06/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
3	21/09/2016	10/11/2016	10/06/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
4	22/09/2016	10/11/2016	16/06/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
5	22/09/2016	10/11/2016	23/06/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
0	10/01/2017	30/01/2017	3/07/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
1	10/01/2017	30/01/2017	10/07/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
2	11/01/2017	30/01/2017	15/07/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
3	11/01/2017	30/01/2017	22/07/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
4	12/01/2017	30/01/2017	3/08/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018
5	12/01/2017	30/01/2017	10/08/2017	15/08/2017	16/02/2018	20/06/2018

-Las primeras 5 pertenecen a la estación seca y las siguientes 5 a la estación lluviosa.

Anexo 6: Clasificación de las especies según su introducción a las zonas en estudio.

-Se consideraron los términos de Cultivadas (plantas sembradas por el hombre), Silvestre (crecen libremente en la naturaleza) y Arvenses (plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas).

<b>Especie</b>	<b>Clasificación</b>
<i>Ambrosia arborescens</i>	Silvestre
<i>Daucus montanus</i>	Cultivada
<i>Eucalyptus globulus</i>	Cultivada
<i>Festuca sp</i>	Arvense
<i>Lepidium chichicara</i>	Silvestre
<i>Marrubium vulgare</i>	Silvestre
<i>Medicago polymorpha</i>	Silvestre
<i>Medicago sativa</i>	Cultivada
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	Silvestre
<i>Poa sp</i>	Silvestre
<i>Trifolium repens</i>	Arvense
<i>Triticum aestivum</i>	Cultivada

Anexo 7: Especies registradas durante el año 2016 como parte de la colección de semillas.

<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>
<b>Alstroemeriaceae</b>	<i>ca</i> sp.
<b>Amaranthaceae</b>	<i>Iresine diffusa</i>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Schinus molle</i>
<b>Asteraceae</b>	<i>Jungia paniculata</i>
	<i>Senecio nutans</i>
	<i>Mutisia acuminata</i>
	<i>Ophryosporus peruvianus</i>
	<i>Flourensia</i> sp.
	<i>Senecio</i> sp
	<i>Perezia coerulences</i>
	<i>Ambrosia</i> sp.
	<i>Aristeguieta</i> sp.
	<i>Ambrosia arborescens</i>
	<i>Baccharis odonata</i>
	<i>Baccharis incana</i>
	<i>Baccharis</i> sp.
	<i>Baccharis sternbergiana</i>
	<i>Gamochoeta americana</i>
	<i>Achyrocline alata</i>
	<i>Viguiera</i> sp.
	<i>Belloa</i> sp.
	<i>Chuquiraga spinosa</i>
	<i>Achyrocline alata</i>
	<i>Bidens pilosa</i> cf. <i>andicola</i>
	<i>Ageratina</i> sp.
	<i>Banadesiasp.</i>
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i>
<b>Brassicaceae</b>	<i>Brassica napus</i>
	<i>Lepidium</i> sp.
<b>Calceolariaceae</b>	<i>Calceolaria</i> sp.
<b>Campanulaceae</b>	<i>Siphocampylus tupaephormis</i>
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton ruizianus</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Spartium junceum</i>
	<i>Lupinus</i> sp.
	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Senna</i> sp.
	<i>Medicago sativa</i>
	<i>Otholobium pubescens</i>
	<i>Astragalus garbancillo</i>
<b>Gentianaceae</b>	<i>Gentiana</i> sp.

Continuación...

<b>Geraniaceae</b>	<i>Geranium</i> sp.
<b>rossulariaceae</b>	<i>Ribes</i> sp.
<b>Juncaceae</b>	<i>Juncus balticus</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i>
	<i>Salvia cruikshanksii</i>
	<i>Marrubium vulgare</i>
	<i>Minthostachys mollis</i>
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Passifloraceae</b>	<i>Passiflora trifoliata</i>
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Plantago lanceolata</i>
	<i>Plantago</i> sp.
	<i>Plantago sericia</i>
<b>Poaceae</b>	<i>Agrostis</i> sp.
	<i>Calamagrostis vicunarum</i>
	<i>Calamagrostis cf vicunarum</i>
	<i>Bromus</i> sp.
<b>Polygalaceae</b>	<i>Monnina salicifolia</i>
<b>Polygonaceae</b>	<i>Rumex</i> sp.
<b>Rosaceae</b>	<i>Hesperomeles cuneata</i>
	<i>Hesperomeles alata</i>
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Alonsoa</i> sp.

FUENTE: Elaboración propia junto a los registros del Mag. Aldo Ceroni Stuva dentro del Proyecto FINCYT (2014).

Anexo 8: Registro fotográfico de algunos frutos y semillas colectadas durante el 2016 para formar parte de la Colección de semillas.

Familia: Scrophulariaceae

Especie: *Alonsoa* sp.



Familia: Fabaceae

Especie: *Astragalus* sp.



Familia: Asteraceae

Especie: *Baccharis*



Familia: Asteraceae

Especie: *Ambrosia arborescens*



Familia: Asteraceae

Especie: *Baccharis*



Familia: Fabaceae

Especie: *Astragalus garbancillo*



Familia: Asteraceae

Especie: *Belloa sp.*



Familia: Alstromeriaceae

Especie: *Bomarea involucrosa*



Familia: Asteraceae

Especie: *Bidens pilosa*



Familia: Brassicaceae

Especie: *Brassica napus*



Familia: Alstromeriaceae

Especie: *Bomarea sp.*



Familia: Poaceae

Especie: *Bromus sp.*



Familia: Poaceae

Especie: *Calamagrostis vicunarum*



Familia: Euphorbiaceae

Especie: *Croton ruizianus*



Familia: Calciolariaceae

Especie: *Calciolaria sp.*



Familia: Myrtaceae

Especie: *Eucalyptus globulus*



Familia: Asteraceae

Especie: *Coniza bonariensis*



Familia: Fabaceae

Especie: *Astragalus sp.*



Familia: Asteraceae

Especie: *Gamochaeta americana*



Familia: Brassicaceae

Especie: *Lepidium sp.*



Familia: Gentianaceae

Especie: *Gentiana sp.*



Familia: Fabaceae

Especie: *Lupinus sp.*



Familia: Juncaceae

Especie: *Juncus balticus*



Familia: Fabaceae

Especie: *Medicago sativa*



Familia: Asteraceae

Especie: *Mutisia acuminata*



Familia: Plantaginaceae

Especie: *Plantago sericia*



Familia: Fabaceae

Especie: *Otholobium pubescens*



Familia: Poaceae

Especie: *Poa sp.*



Familia: Plantaginaceae

Especie: *Plantago lanceolata*



Familia: Grossulariaceae

Especie: *Ribes sp.*



Familia: Lamiaceae

Especie: *Salvia sp.*



Familia: Campanulaceae

Especie: *Siphocampylus tupaephormis*



Familia: Asteraceae

Especie: *Senecio sp.*



Familia: Fabaceae

Especie: *Spartium junceum*



Familia: Fabaceae

Especie: *Senna sp.*



Familia: Iridaceae

Especie: *Sisyrinchium sp.*



Familia: Bignoniaceae

Especie: *Tecoma stans*



Familia: Fabaceae

Especie: *Trifolium repens*



Familia: Asteraceae

Especie: *Viguiera procumbens*



Anexo 9: Registro fotográfico de la evaluación en campo y gabinete.



Figura 27: Colección las muestras de suelo.

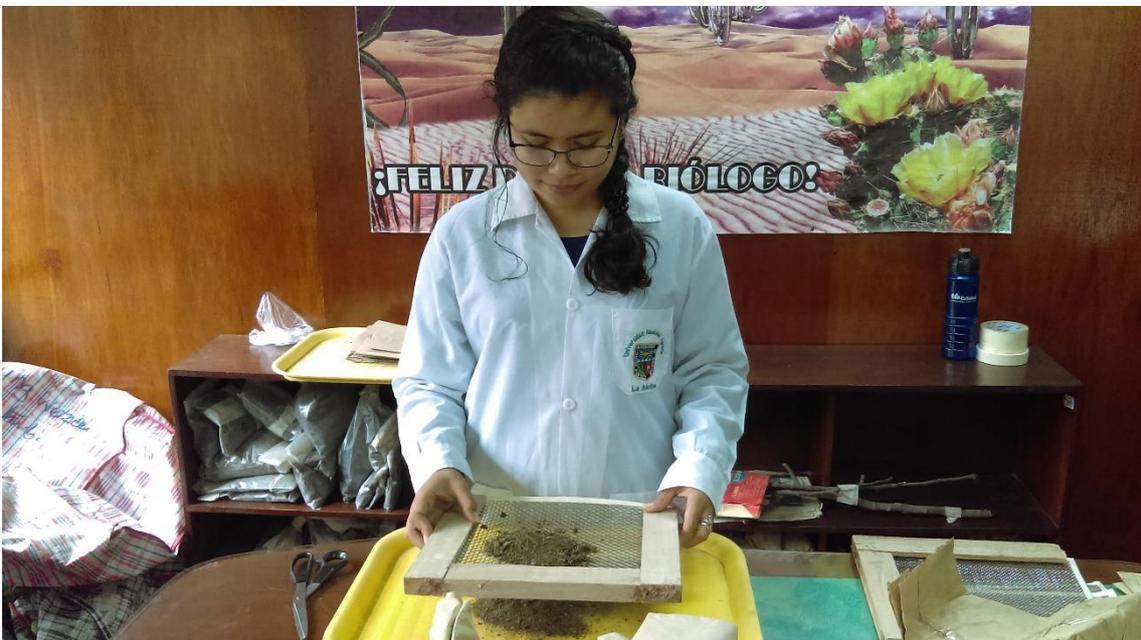


Figura 28: Tamizado de las muestras de suelo.



Figura 29: Rotulado de los semilleros, en los que posteriormente irán los suelos tamizados.



Figura 30: Semilleros rotulados.



Figura 31: Semillas sembradas en semilleros.



Figura 32: Suelo tamizado sometido a riego dentro del vivero.