

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**EFFECTO DE LOS EVENTOS DE NEBLINA
EN LA ESTACIONALIDAD VEGETAL DE
LA ÉPOCA DE LOMAS DE VENTANILLA
2016. PROVINCIA DE LIMA**

Presentado por:

Pamela Campos Gonzales

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

Lima - Perú
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. PAMELA CAMPOS GONZALES, titulado “EFECTO DE LOS EVENTOS DE NEBLINA EN LA ESTACIONALIDAD VEGETAL DE LA ÉPOCA DE LOMAS DE VENTANILLA 2016. PROVINCIA DE LIMA ”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia, queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 12 de enero de 2018

.....
Ing. Ignacio Romulo Lombardi
Indacochea
Presidente

.....
PhD. Carlos Augusto Reynel Rodriguez
Miembro

.....
Mg. Sc. Pedro Gonzalo Vásquez
Ruesta
Miembro

Ing. Rosa María Hermoza Espezúa
Asesora

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a Dios y a la virgen Maria Auxiliadora, porque sin la bendición de mi padre y madre celestial este trabajo no hubiera sido posible, sobre todo porque hicieron que todo suceda con una razón y con el propósito de que se culmine este trabajo.

A mis padres Douglas y Ana, quienes depositaron toda su confianza en mí. A mi padre que siempre me supo guiar y no faltó su insistencia para no desistir en este proceso, a mi madre que siempre me brindó su apoyo incondicional, mi inspiración en cada paso que doy, a ella le debo cada uno de mis logros “Lo logramos madrecita querida”. Así como, a mis hermanos Edson y Frank quienes son mis ejemplos a seguir.

A mis padrinos Moisés y Mirtha, que desde que me acogieron en el seno de su familia, no dejaron de preocuparse por mi bienestar y por sus palabras de aliento en cada momento.

Pamela Campos Gonzales.

AGRADECIMIENTOS

Durante la elaboración de este trabajo, son muchas las personas e instituciones que me han dado su apoyo y han depositado su confianza de forma desinteresada, a quienes quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

A la empresa SUMPA S.A.C. por brindarme los datos que con perseverancia y esfuerzo revelamos, así mismo por hacerme participe del proyecto “Niebla”. A la Universidad Nacional Agraria la Molina, mi casa de estudios, porque me brindo las herramientas, para poder convertirlos en información.

A mi asesora, Rosa María Hermosa Espezúa, por el apoyo, confianza y tiempo brindado. También, por la bondad de facilitarme materiales, así como sus aportes y el seguimiento a la tesis ayudándome a culminar este trabajo.

A los miembros de mi jurado calificador, Ing. Ignacio Lombardi Indacochea, PhD. Carlos Reynel Rodríguez y Mg. Sc. Pedro Vásquez Ruesta, por sus aportes y correcciones al documento que ayudaron a enriquecer el documento de tesis.

Al Blgo. Juan Torres Guevara, por sus importantes aportes en la determinación del título del proyecto y sus valiosas correcciones, como experto en el tema, a inicios del trabajo.

Al Blgo. Miguel Llellish, por sus sugerencias y por el obsequio de la “Guía de Flora de Lomas de Lima – 2015”, para el reconocimiento de especies de flora silvestre en lomas de Ventanilla.

Al Blgo. Miguel Maldonado, por sus conocimientos y la identificación de las especies de flora silvestre de lomas de Ventanilla.

Al Blgo. Italo Revilla Pantigoso, por el apoyo en la identificación de especies, el análisis estadístico, sus respuestas a mis continuas preguntas y sus acertadas recomendaciones sobre el trabajo desarrollado. Además, por sus conocimientos sobre el tema, ya que desarrollo su tesis de grado en Lomas de Atiquipa – Arequipa.

A mis amigas, Rocio Arme y Malpartida y Zarela Cerdan Obregón, por el apoyo brindado en la fase de campo, acompañándome a las evaluaciones realizadas en lomas de Ventanilla. A Rocio, por ayudarme en la colección de especímenes hasta en dos oportunidades y por sus palabras de aliento para continuar con mi objetivo.

RESUMEN

Las formaciones de lomas son consideradas pequeñas islas de vegetación estacional y efímera que se extienden en el desierto costero que comparte Perú y Chile, región extremadamente árida; pero que presenta un clima nuboso, templado y de elevada humedad atmosférica gran parte del año. En este sentido y con el objetivo de evaluar la relación entre la humedad proporcionada por los eventos de neblina y la estacionalidad de la vegetación en la época de lomas, se realizó un estudio en las lomas de Ventanilla, donde se llevó a cabo mediciones diarias de captura de neblina con neblinómetros “SFC”. Simultáneamente, se instalaron 30 parcelas de 0,5 x 0,5 metros evaluándose cada 14 días por parcela el número de especies, densidad, cobertura y fenología de las especies, entre los meses de julio y noviembre. Se registró un total de 12 especies herbáceas agrupadas en ocho familias, siendo la especie más abundante *Oxalis megalorrhiza* y Solanaceae la familia más abundante en especies. Como fuente de expresión de la estacionalidad se hallaron los índices de Shannon-Wiener y Simpson, y se analizó el comportamiento fenológico de cada especie durante el periodo evaluado. Finalmente, con estos datos se realizaron correlaciones entre el volumen de neblina captada con los índices ya mencionados (correlación lineal) y la fenología (correlación de Spearman). Encontrándose una baja correlación en todos los casos. Por otro lado, se realizó la caracterización del suelo de lomas de Ventanilla, mostrando un suelo con clase textural Arena Franca, ligeramente alcalino y con alta salinidad. Además, se evidenció a la neblina como única fuente de ingreso de agua, para el desarrollo de la flora silvestre.

Palabras clave: Volumen de neblina, lomas costeras, estacionalidad vegetal, índice de Shannon-Wiener, índice de Simpson, fenología.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	5
1. La niebla o neblina	5
1.1. Formación de neblinas	5
1.2. Captación de neblinas	6
1.3. Proceso de intercepción de neblinas	7
2. Las lomas costeras.....	8
2.1. Formación de las lomas	8
2.2. Importancia de las lomas	10
2.3. Composición florística de las lomas	12
2.4. Fisiografía de las lomas	13
3. Estacionalidad de la vegetación.....	15
3.1. Estacionalidad de las lomas	17
3.2. Estudios previos de la vegetación en lomas del Perú	17
4. Índice de valor de importancia	18
5. Diversidad.....	19
5.1. Medidas de diversidad	20
6. Fenología	22
7. Caracterización del suelo.....	23
8. Muestreo de la vegetación por cuadrantes.....	24
III. Materiales y Métodos.....	25
1. Descripción del área de estudio.....	25
1.1. Ubicación	25
1.2. Aspectos ecológicos y climatológicos	27
1.3. Aspectos fisiográficos y topográficos	28
1.4. Aspectos geológicos	28
1.5. Descripción de las unidades de muestreo	29
2. Materiales y equipos	30
2.1. Captación de agua de neblina	30
2.2. Muestreo de la vegetación	30
2.2.1. Materiales.....	30
2.2.2. Equipos	31
2.3. Muestro del suelo	31
2.4. Análisis de datos	31
3. Métodos	32
3.1. Captación de agua de neblina	32
3.2. Muestreo de la vegetación	33
3.3. Parametros para medir vegetación	36
3.4. Composición de la vegetación	37
3.5. Análisis de estacionalidad de la vegetación	38
3.6. Análisis de fenología	40
3.7. Análisis de suelos	41

IV. Resultados y discusión	43
1. Caracterización de la captación de neblina	43
2. Curva especies - área	46
3. Composición florística	47
4. Estacionalidad vegetal	49
4.1. Análisis temporal de la densidad y cobertura	49
4.2. Diversidad de especies	55
4.3. Curvas rango - abundancia	58
4.4. Relación entre volumen de agua de neblina y diversidad	60
5. Análisis de fenología.....	62
5.1. Relación entre volumen de agua de neblina y fenología	65
6. Análisis de suelos	67
V. Conclusiones.....	69
VI. Recomendaciones.....	71
VII. Referencias bibliográficas	73
VIII. ANEXOS	82

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Resumen de algunas investigaciones de la vegetación realizados en lomas costeras del Perú.....	18
Tabla 2: Valores empíricos del tamaño de los cuadrantes frecuentemente utilizados en estudios de vegetación.....	24
Tabla 3: Distribución de los materiales terrestres en la intercuenca Ventanilla, Callao. ...	29
Tabla 4: Descripción y características físicas de las unidades de muestreo en el área de estudio.....	30
Tabla 5: Volumen de agua captado (l/m^2) en dirección Suroeste durante el periodo de evaluación.....	43
Tabla 6: Volumen de agua captado (l/m^2) en dirección Oeste durante el periodo de evaluación.....	44
Tabla 7: Lista de especies herbáceas registradas en las lomas de Ventanilla de julio a noviembre de 2016.....	48
Tabla 8: Densidad (ind/parcela) y cobertura (%/parcela) promedio para cada unidad de muestreo.....	50
Tabla 9: Índices de diversidad para las tres unidades de muestreo de especies herbáceas durante el periodo de evaluación.....	55
Tabla 10: Resumen de correlaciones “r” y su respectivo p-valor (entre paréntesis) para la hipótesis nula de correlaciones inexistente.....	65

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Perfil esquemático de una loma costera que muestra la distribución de la vegetación en invierno según Ellemberg (1959).....	10
Figura 2: Área de estudio y unidades de muestreo, AA.HH. Leandra Ortega, distrito de Ventanilla, departamento de Lima.....	26
Figura 3: Diagrama de flujo de la metodología; fase de campo y gabinete.	34
Figura 4: Volúmenes promedio captados de agua de neblina con dirección al viento del Suroeste y Oeste durante los meses de julio a noviembre, 2016.	45
Figura 5: Registros acumulados de captación de neblinas con dirección al viento del Suroeste y Oeste durante las fechas de evaluación para la zona de estudio.	46
Figura 6: Curvas especies-área para las zonas A, B y C.....	47
Figura 7: Abundancia relativa de especies por familias botánicas en lomas de Ventanilla.....	49
Figura 8: Diferenciación de la densidad promedio entre zonas, fechas evaluadas y evolución temporal en las zonas A, B y C.....	51
Figura 9: Diferenciación de coberturas entre zonas, fechas evaluadas y evolución temporal en las zonas A, B y C.....	52
Figura 10: Evolución temporal de la densidad y cobertura promedio en las zonas A(a), B(b) y C(c).....	54
Figura 11: Secuencia temporal de la diversidad de especies (índice Shannon-Wiener y Simpson) en las zonas A, B y C.....	57
Figura 12: Curvas de rango-abundancia de las especies de la zona A(a), B(b) y C(c) durante el periodo evaluado.	60
Figura 13: Correlación entre el volumen de agua de neblina captado y la diversidad.....	61
Figura 14: Fenología de las especies herbáceas durante el periodo evaluado.....	64
Figura 15: Evolución de la correlación de Spearman.	66

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Registros climatológicos de aeródromos del aeropuerto internacional de Lima-Callao “Jorge Chávez” año 2010-2016	82
Anexo 2 Información y mapas del área de estudio.....	85
Anexo 3 Fotografías de las unidades de muestreo.....	89
Anexo 4 Fotografías de los neblinómetros “SFC”	91
Anexo 5 Registros de datos de volúmenes captados de agua de neblina y precipitación – 2016.	93
Anexo 6 Base de datos.....	97
Anexo 7 Fotografías de especies encontradas en el área de estudio	100
Anexo 8 Análisis estadístico de la densidad, cobertura y diversidad.....	102
Anexo 9 Resultados de laboratorio	110
Anexo 10 Glosario.....	111

I. INTRODUCCIÓN

Una de las zonas más áridas del mundo, se encuentra en las costas occidentales de Sudamérica: El desierto costero peruano que va desde el departamento de Piura hasta el de Tacna es un ecosistema que abarca una angosta franja de más de dos mil kilómetros que se extiende desde el norte al sur de Perú. Esta franja es producto de una inversión térmica, provocada por la combinación de la alta presión de las aguas del océano Pacífico Occidental y la corriente de Humboldt (Ferreira 1986).

La presencia ocasional de densas y bajas neblinas durante el invierno humedece suficientemente los suelos arenosos de las colinas y planicies costaneras permitiendo la germinación, desarrollo y reproducción rápida de especies vegetales llamadas lomas perfectamente adaptadas al medio. Los ciclos de vegetación de lomas pueden variar dependiendo de la localidad en la que se encuentre, en una misteriosa combinación de la presencia de condiciones climáticas favorables y formación de lomas costeras en vegetación efímera (Zegarra 2005).

Las lomas costeras son ecosistemas notables localizados en el desierto costero que comparte Perú y Chile (Llellish *et al.* 2015), su flora vascular es diversa y está caracterizada por poseer un alto número de especies endémicas (Muchaypiña y Orellana, 2006). Así mismo, dentro de las formaciones de lomas uno de los elementos más conspicuos lo constituyen las especies de las familias Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Nolanaceae, Solanaceae y Poaceae (Péafor 1982; Zegarra 2005).

En el Perú actualmente solo existen dos puntos de conservación para las comunidades de lomas, uno en lomas de Atiquipa, Caraveli, Arequipa y otro en loma de Lachay, Lima, que apenas cubren unos 65 kilómetros cuadrados; lo cual es un porcentaje mínimo, junto al buen número de endemismo que poseen, el estado de conservación de estos ecosistemas debería ponerse en revisión (Revilla 2013). De forma similar, aquellas lomas de pequeñas superficies pero que cuentan con especies endémicas relevantes, como el caso de lomas de Ventanilla.

Por otra parte, estos ecosistemas dependen principalmente de la humedad de la neblina y de la precipitación ocasional (Muchaypiña y Orellana 2006), siendo una alternativa como fuente potencial para la obtención de agua. Sin embargo, el entendimiento de sus componentes nos proporciona herramientas para un mejor aprovechamiento del recurso.

En el Perú se han obtenido rendimientos significativos en la captación de agua de neblina, la mayoría de la información proviene de ensayos experimentales y de periodos relativamente cortos (Reyna y Tasaico 1993). Sin embargo, el Colegio Villa Caritas en la Molina se realizó el primer proyecto de atrapaniebla comercial, con 1 200 metros cuadrados de área de captación, y posteriormente el de la comunidad de Atiquipa en conjunto con el Instituto Regional de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (IRECA-UNSA), con 48 metros cuadrados de área de captación.

La interceptación del agua de la neblina por la vegetación no es muy clara, por lo que el monitoreo de ésta debería ser el primer paso para mejorar su entendimiento. Sin embargo, se entiende como un proceso físico donde la vegetación actúa como una barrera física que captura pequeñas gotas de neblina y las incorpora de manera efectiva al suelo. Además, la eficiencia de captura del agua de neblina, difiere según el tipo de vegetación o factores biológicos y factores climáticos (Bruijnzeel *et al.* 2006).

Las lomas de Ventanilla ubicada a 34 kilómetros al norte de Lima, en el contexto interdistrital conformado por los distritos de Lima Norte y la Provincia Constitucional del Callao. Esta área se caracteriza por poseer lomas con vegetación abundante de especies herbáceas estacionales, durante los meses de mayor humedad. Su estudio es de gran importancia ya que la vegetación herbácea al parecer responde a los eventos de neblinas; por el contrario, la vegetación arbustiva y arbórea por su mayor resistencia y adaptación de aridez, responden de diferente manera a los incrementos de disponibilidad de agua para sus procesos biológicos (Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología 2000).

En este sentido el conocimiento de las diferentes respuestas que desarrolla la vegetación a las condiciones climáticas es un elemento esencial para entender los procesos de adaptación de las plantas a las condiciones de desierto (Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología 2000). Es por ello que esta investigación tiene como objetivo principal evaluar la relación entre la humedad proporcionada por los eventos de neblina y la estacionalidad de la vegetación de las lomas de ventanillas entre los meses de julio a noviembre del año 2016;

con la finalidad de identificar cambios en la densidad, variaciones de cobertura y diversidad al nivel de especies en relación al volumen de agua de neblina captada; además tiene como objetivos específicos:

- Determinar la composición florística en las lomas de Ventanilla durante la época de lomas del año 2016.
- Registrar la fenología de las especies de flora silvestre de las lomas de ventanilla en el periodo julio a noviembre del 2016.
- Identificar la relación entre el volumen de agua de neblina captada a través del uso de neblinómetros estándares y la estacionalidad de la flora silvestre expresados en los índices de Shannon-Wiener, índice Simpson y la fenología en lomas de Ventanilla en el periodo julio a noviembre del 2016.
- Caracterización del suelo donde se desarrolla la flora silvestre de las lomas de Ventanilla.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. LA NIEBLA O NEBLINA

Muchas veces se suele confundir los términos de niebla y neblina, siendo el segundo más utilizado. Según Vásquez *et al.* (2012) la neblina es una capa de nubes que se movilizan al ras del suelo y está formado por gotas de agua, menores a 0,1 milímetro, que se forman por la condensación del vapor de agua y son tan pequeñas que se mantienen suspendidas en el aire. La diferencia entre neblina y niebla se establece mediante un criterio de visibilidad, en la cual si la visibilidad es superior a un kilómetro se considera neblina y si es inferior a un kilómetro se considera niebla.

1.1. FORMACIÓN DE NEBLINAS

La formación de la *neblina* “*está asociado a la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental, a los vientos alisios, a la inversión térmica, a la corriente peruana de aguas frías o de Humboldt, al fenómeno de surgencias marinas, a la altitud, forma y disposición del relieve*” (Jiménez, citado por Merino 2017).

Aránguiz *et al.* (2009) explican el proceso de formación de la neblina que inicia con la formación de la nube estratiforme por el Anticiclón del Pacífico y la humedad de la corriente fría de Humboldt; esta nube está entre los 400 a 1200 metros sobre el nivel del mar debido a la inversión térmica, por la fricción de las masas de aire frío ascendente y los vientos alisios. La nube estratiforme se desplaza hacia la costa y con condiciones adecuadas de altura, vientos y humedad se forma la niebla.

Según la investigación de Soriano, citado por Merino (2017) la neblina puede formarse por diversos procesos y se clasifican en neblinas por evaporación y por enfriamiento. La neblina por evaporación es aquella que se produce con la evaporación del agua con temperaturas cálidas en aire frío. A su vez, este tipo de neblina se subdivide en neblina de vapor y niebla frontal. La neblina por enfriamiento se forma por una menor retención de vapor agua al disminuir la temperatura, facilitando la condensación del vapor de agua por polvo u otras partículas. Este tipo de neblina se subdivide en:

a. Neblinas por radiación:

Su formación es nocturna, las capas de aire que están en contacto con la superficie se enfrían y como consecuencia el vapor de las masas de aire se condensa.

b. Neblinas por advección:

Para su formación debe desplazarse horizontalmente una masa de aire cálido sobre una superficie mucho más fría; la parte inferior de la masa de aire se enfría hasta el punto de rocío, produciéndose la neblina.

c. Neblinas Orográficas:

Se tiene una masa de aire cálido y se desplaza hacia una montaña, sube por la pendiente expandiéndose y enfriándose. Con las condiciones de humedad adecuadas se llega al punto de rocío, formándose la neblina.

Valdivia, citado por Pinche (1986) y Torres (1981) a partir de sus estudios efectuados en las lomas de Lachay determinaron que las condiciones microclimáticas que se presentan o reinan en las lomas costeras del centro del Perú es de tipo advectivo.

1.2. CAPTACIÓN DE NEBLINAS

Una de las formas de aprovechar la neblina, es la captación del agua de la misma por los famosos “Paneles de captación” o “Atrapa nieblas”, que funcionan como una barrera mecánica que intercepta el paso de las neblinas, provocando el choque y caída de las pequeñas gotitas de agua que se encuentran en suspensión para luego recolectarla a través de una canaleta. Consta de tres componentes básicos tales como el bastidor, la canaleta de recepción y el recipiente. *“La cantidad de agua de neblina captada estará en relación directa a factores como número y ubicación de los colectores, eficiencia de captación de la malla, y periodo del año”* (Reyna y Tasaico 1993).

Las experiencias sobre la captación de agua de neblina son muy variadas, especialmente en cuanto localización de las mismas. Sin embargo, cobra especial importancia los diferentes ensayos y proyectos llevados a cabo en el desierto de Chile, en Atacama, la zona más seca del mundo (Cereceda y Schemenauer 1992).

El Perú fue el primer país sudamericano que comenzó a seguir los pasos iniciados por Chile, cuando en 1990, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, subvencionó los

fondos necesarios para realizar un estudio sobre el potencial de agua de neblina en Cerro Orara, 35 kilómetros al norte de Lima, en un lugar a 3,5 kilómetros de la costa y a 430 metros de altitud. Los resultados experimentales mostraron un promedio de recolección de agua de neblina de 8,5 l/m²/día, para un periodo de siete meses de observación (OPS 2005). En cambio, en las lomas de Lachay se captó a razón de 5 l/m²/día a 550 metros de altitud y en Atiquipa-Arequipa se ha registrado 8 l/m²/día. En otros ensayos como Moliendo-Arequipa, se obtuvo en promedio 4,5 l/m²/día durante el periodo de junio a diciembre de 1991 (Reyna y Tasaico 1993).

Medina (2010) menciona que el rendimiento de captación depende de la altitud, es decir a mayor altura, mayor será la presencia de neblina y por ende mayor será el volumen captado. Así mismo, registra su rendimiento de captación máximo de 1 l/m²/día, volumen recolectado a finales del mes de julio, en su estudio realizado en las colinas bajas, a 450 metros de altitud, de Quebrada Verde, Pachacamac.

El primer proyecto de atrapanieblas comerciales más importante del país se realiza en junio de 1991, ubicado en el Colegio Villa Caritas, La Molina. Registrando un volumen promedio de 8 000 l/día, de un total de 1 200 metros cuadrados de área de captación a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar (Beharel citado por Reyna y Tasaico 1993).

Posteriormente, la comunidad campesina de Atiquipa en conjunto con el Instituto Regional de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (IRECA-UNSA), han llegado a captar un volumen promedio de 22 l/m²/día de agua de neblina en las lomas de Atiquipa (Gonzales y Torres 2009).

1.3. PROCESO DE INTERCEPCIÓN DE NEBLINAS

La intercepción es el proceso mediante el cual la lluvia es retenida por la cobertura vegetal y baja por los tallos o follaje hasta llegar al suelo o bien es evaporada a la atmosfera (Zambrana 1975). Este proceso comienza con el humedecimiento de la vegetación hasta llenar su capacidad máxima de almacenamiento que es comparable con la capacidad de campo del suelo, posteriormente el exceso de agua gotea del follaje o escurre por los tallos (Holder 2004).

Por otra parte, el viento tiene la capacidad de transportar aire frío o caliente lejos de su origen, que consecuentemente influye en el tipo de neblina. En efecto la complejidad de la

geometría de la superficie vegetal natural con referencia a la dirección prevaleciente al viento durante un evento de neblina es un factor complejo (Zambrana 1975).

2. LAS LOMAS COSTERAS

Las lomas costeras son ecosistemas únicos en el mundo y característicos de la costa de Perú y Chile, se extienden desde Illescas (Dpto de Piura, a 6° L.S.) hasta los límites: Huasco y Coquimbo al norte de Chile (30° L.S.), presentándose en forma más intensa entre los 8° y 18° L.S. (Rundel *et al.* 1991), forman un cinturón interrumpido de más de 3500 kilómetros a lo largo de la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes. Estas comunidades, tan peculiares, son objeto de un proyecto de investigación dirigido por el investigador del Field Museum of Natural History, Michael Dillon. Estas formaciones vegetales han sido visitadas repetidamente desde 1983 y las colecciones de plantas obtenidas en ellas han develado la presencia de especies nuevas para la ciencia tales como *Tillandsia tragophoba*. *Griselina carlomunozii* (CONAM 1999) y *Astragalus neobarnebyanus* (Moreno 2001).

En el Perú se han registrado 10 lomas en la costa Norte, 25 en el Centro y 37 en el Sur (Mostacero *et al.* 2007). Las lomas presentan una combinación de árboles, arbustos y hierbas con características especiales debido a la habilidad de captar el agua a partir de la neblina, lo que les permite crecer en un ambiente que de otro modo es inhóspito (Sotomayor y Jiménez 2008). Weberbauer (1945) y Torres (1981) indicaron que el habitante costeño denomina lomas a la vegetación espontánea que con la presencia de neblinas comienza a verdear, en quebradas y faldas del cerro que miran hacia el mar en la costa, a mediados del invierno y que se empieza a secar a principios de verano. El término lomas proviene, probablemente según algunos autores del Cauqui y el Aymara, como una extensión de la palabra “uma” y “oma” que significa agua (Pulgar 1987).

2.1. FORMACIÓN DE LAS LOMAS

Las condiciones hiperáridas en la costa del Perú están dadas por factores que influyen el aislamiento por la cordillera de los Andes y la homogeneidad de la temperatura, resultado de las bajas temperaturas superficiales del mar y la corriente de Humboldt, lo cual combinado con un anticiclón superficial posicionalmente estable, conduce a un clima suave y uniforme con presencia de neblinas (Dillon *et al.* 2003). Este manto neblinoso es interceptado en zonas

colinosas y de pendiente abrupta generando zonas de alta humedad que permite el desarrollo de lomas costeras (Rundel *et al.* 1991).

A continuación, los principales factores que determinan la presencia de las lomas costeras (Mostacero *et al.* 2007).

a. La Corriente de Humboldt

Circulan masas de agua con bajas temperaturas que afloran desde las profundidades a la superficie del mar, manteniendo una dirección de sur a norte paralela al litoral, con temperaturas promedio de 13°C a 14°C en invierno (mayo-octubre) y de 15°C a 17°C en verano (noviembre, abril).

b. La Corriente del Niño

Circula hacia Perú desde Ecuador, en dirección noroeste a sureste (NO-SE), produciendo un efecto inverso a la corriente de Humboldt, ya que favorece la presencia de lluvias intensas en la costa norte, por la evaporación de aguas cálidas (mayores a 21° C) que posee. Esta corriente puede prolongarse hacia el sur del país, ocasionando cambios climáticos en la costa a lo cual se le denomina “Fenómeno de El Niño”.

c. La Cordillera de los Andes

Recorre longitudinalmente el país penetrando en la tropósfera y asentándose en la división de las dos primordiales masas de aires tropicales; conformando una barrera natural que evita el ingreso del aire húmedo del Atlántico al Pacífico, lo que origina lluvias intensas en el flanco oriental y escasez de precipitaciones en el occidental.

d. El Anticiclón del Pacífico Sur

Es una masa de aire de alta presión, con vientos que circulan de sur a norte recogiendo la humedad que se evapora del mar y la eleva, quedándose detenida, por efecto de los vientos alisios que favorecen la inversión térmica que es el enfriamiento de las capas de aire situadas encima de las aguas del mar debido a que estas poseen bajas temperaturas, y esparciéndose luego por todo el litoral.

La cobertura vegetal se halla estrechamente vinculadas a la interacción directa del conjunto de fenómenos ya expuestos, así como con los factores edáficos y fisiográficos, siendo importante destacar las precipitaciones esporádicas y la humedad de neblinas provenientes del litoral peruano en la época de invierno (Ordoñez y Faustino 1983; Torres 1981); aunque

las corrientes marinas juegan un rol muy importante, ya que son ellas las que ocasionan la nubosidad presente en invierno y parte de la primavera (Muñoz-Schick *et al.* 2001). Este fenómeno de acumulación de neblina ocurre en la costa sur entre octubre y noviembre (Bonavia 1991). En condiciones ambientales de un año normal (no Niño), las lomas costeras se presentan como islas de vegetación esparcidas en el árido desierto.

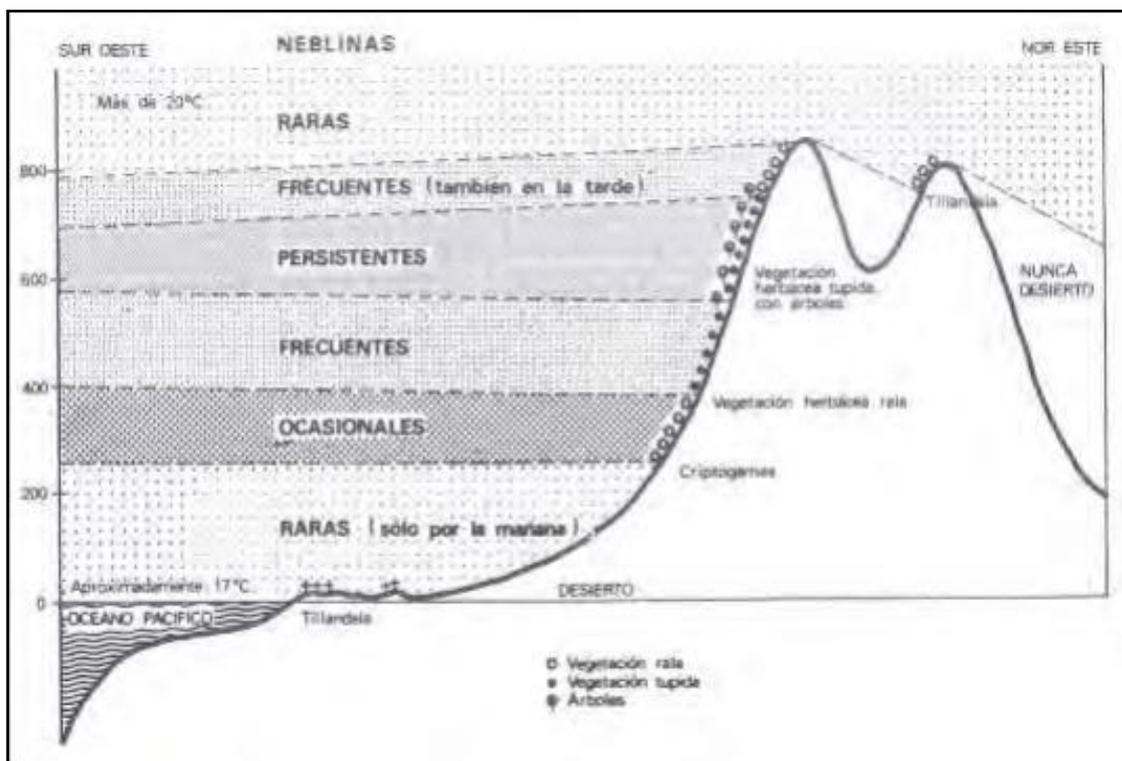


Figura 1: **Perfil esquemático de una loma costera que muestra la distribución de la vegetación en invierno según ElleMBERG (1959).**

FUENTE: Ordoñez 1983.

2.2. IMPORTANCIA DE LAS LOMAS

Su ubicación en el desierto peruano-chileno las convierte en los únicos remanentes de recursos naturales renovables de los interfluvios extremadamente áridos (Jiménez y Jiménez 2000 y Torres y López 1981), teniendo condiciones ecológicas especiales y apareciendo durante la época de humedad que fluctúan entre los meses de mayo a octubre, pero que puede ser variable dependiendo de las condiciones climáticas (Tovar 2003).

Son unidades fitogeográficas periódicas de gran importancia en términos de biodiversidad; por un número elevado de especies endémicas (Mostacero *et al.* 1996; Muchaypiña y Orellana 2006). Su endemismo probablemente se deba al aislamiento geográfico, ya que

estas formaciones vegetales funcionan como islas separadas por hábitat hiperárido desprovisto de vida vegetal (Weberbauer 1945; Rundel *et al.* 1991; Mostacero *et al.* 1996). Esta característica brinda oportunidades de investigación científica sobre todo para la ingeniería genética debido a su potencial uso como fuente de germoplasma para la agricultura y horticultura.

La vegetación de las lomas puede ser utilizada para recuperar ambientes, así como la protección del suelo frente a la erosión. Además, estos ecosistemas son el hábitat de muchos animales durante los periodos invernales, ya que durante julio y octubre hay escasez de pasto en la sierra, encontrándose obligados a buscar nuevas fuentes de alimento en zonas bajas (Vásquez, citado por Velásquez 2013).

Son zonas con gran potencial de ecoturismo, capaz de generar un polo de desarrollo sostenible en el lugar (Chávez, citado por Villantoy 2012). Por otra parte, son ecosistemas potenciales para la obtención de agua de neblina, en efecto el Perú ha obtenido rendimientos prometedores de volumen de agua de neblina (Reyna y Tasaico 1993).

En la actualidad solo existen dos puntos de conservación para las comunidades de lomas, uno en lomas de Atiquipa, Caraveli, Arequipa y otro en lomas de Lachay, Lima, que apenas cubren 65 kilómetros cuadrados; lo cual es un porcentaje mínimo, junto al buen número de endemismos que poseen, el estado de conservación de estos ecosistemas debería ponerse en revisión (Revilla 2013).

También, son consideradas como ecosistemas frágiles según la Ley N° 28611, y algunas de ellas integran la lista nacional de ecosistemas frágiles (MINAGRI 2013). Su fragilidad se manifiesta en la poca resiliencia que tienen para afrontar las graves amenazas antrópicas que afectan su funcionamiento, como lo son: el avance del casco urbano, sobrepastoreo, contaminación por residuos sólidos, minería no metálica, tendido de líneas eléctricas y la ampliación de la frontera agrícola (Llellish *et al.* 2015). Como producto de dichas amenazas, la cobertura natural de lomas ha retrocedido y se ha fragmentado de manera progresiva.

Hoy en día, calles y avenidas han reemplazado a las plantas de lomas (Trujillo 2013). A consecuencia de dichas amenazas ya expuestas anteriormente, especies de flores propias de las lomas de la costa central han venido mermadas sus poblaciones llegando, en ciertos casos, a registrarse como muy escasas o desaparecidas (Roque y León 2006).

2.3. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS LOMAS

Se puede decir que las lomas son como una cadena aislada de vegetación a través del desierto, y este “aislamiento” geográfico favorece la evolución de una alta diversidad de plantas (Mendoza y Eusebio 1994), donde el 42 por ciento de su flora está conformado por especies endémicas, dentro de las cuales destacan las pertenecientes a los géneros *Mathewsia*, *Palaua*, *Weberbauerella*, *Domeykoa* y *Nolana*, entre otras (Ferreya 1986). Así mismo, Zegarra (2005) señala que, dentro de las formaciones de lomas, uno de los elementos más conspicuos lo constituyen las especies de las familias Solanaceae y Nolanaceae. Es muy importante el estudio de la florística de cada loma, aunque presentan características generales.

- La mayoría de lomas permite ver el suelo entre las plantas, sin embargo en suelos con mucha humedad este queda cubierto totalmente.
- La mayoría de las plantas de lomas son hierbas, predominando las anuales y siendo frecuentes además las bulbosas y las tuberíferas.
- Son pocas las especies gramíneas y si las hay suelen estar dispersas; si existen en mayor número lo más probable es que el ganado haya fomentado su desarrollo consumiendo muchas hierbas más altas que ellas y de crecimiento rápido.
- El número de los arbustos es también relativamente pequeño, tanto en especies como en individuos, se hallan principalmente en las alturas.
- Briofitas y líquenes utilizan el suelo en espacios no cubiertos por las hierbas, en las rocas y en las ramas de los arbustos.
- Las cactáceas, principalmente el género *Cereus*, figuran entre los pocos tipos perennes, y están ubicados en sitios pedregosos o peñascosos de laderas secas y faltan en muchas partes.

La florística de las lomas interactúa con los factores climáticos y edáficos que se mencionan en párrafos anteriores, entonces se pueden describir esta vegetación como una formación climática desuniforme que exhibe divisiones en subformaciones vegetales debido a las diferencias en la topografía del terreno, la textura del suelo y también el grado de fertilidad, entre otros. De esta forma, en las partes planas de textura arenosa, se secan rápidamente

debido a que reciben menos humedad, entonces la vegetación es baja, más dispersa y más xerofítica. Sin embargo, en las colinas a medida que se elevan aparecen arbustos como la *Caesalpinia tinctoria* y *Carica candicans* (Flores y Bryant 1989).

2.4. FISIOGRAFÍA DE LAS LOMAS

Según el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976), las lomas costeras están incluidas dentro del sistema de Holdrige en la zona de vida denominada Matorral desértico Montano bajo Tropical, Matorral desértico Montano bajo Subtropical y Matorral desértico Templado Cálido, en las regiones Norte, Centro y Sur respectivamente, mientras que Brack (1986) ubica a las lomas dentro de la ecorregión del Desierto del Pacífico. Desde el punto de vista fisiográfico las lomas se pueden ver como un sistema de quebradas y colinas orientadas frente al Oeste, a una distancia de tres a 10 kilómetros del mar aproximadamente. También se pueden dividir en dos zonas una entre 100 y 300 metros de altitud, de terreno llano, arenoso y suelo con poca humedad; y otra entre 300 y 600 metros de altitud caracterizada por ser más húmeda, con relieve más inclinado, suelo con parte arcillosa y parte rocosa.

En las lomas de la costa central, las pendientes que oscilan entre 22 y 56 por ciento existiendo afloramientos rocosos en las laderas y pedregosidad superficial, los suelos suelen ser gravosos y arenosos, y franco arenoso, semisuperficiales, con profundidades entre 20 y 60 centímetros, presentando color marrón claro y marrón oscuro; además en estas lomas ambos poseen estructura granular de consistencia suave y dura observándose un proceso de meteorización mayor conforme se asciende (Torres y López 1982).

Por otro lado, los suelos de las lomas pertenecen a los grupos líticos de los entisoles e inceptisoles principalmente los suelos son regosólicos existiendo también litosólicos que tienen regular cantidad de humus en forma de un horizonte delgado superior (Torres 1981).

Torres (1981) agrupó los elementos fisiográficos de la siguiente forma:

a. Las cumbres y mesetas, algo planas con suelos litosólicos muy superficiales:

Estos presentan perfiles enanos, con un horizonte (de desarrollo incipiente) delgado, pálido y generalmente de naturaleza grano-pedregoso. El uso agronómico de estos suelos es escaso o prácticamente nulo por ser peñascoso y de topografía abrupta lo cual no permite el riego.

b. Los afloramientos rocosos, presentan gran superficie de contacto con la neblina:

Estos son frecuentes y contribuyen a la deposición del agua de las neblinas a través de su gran superficie de contacto con esta, llegando a existir una ligera escorrentía que motiva que el suelo reciba mucha más humedad por unidad de superficie, por lo tanto al pie de estas rocas se encuentra vegetación.

c. Los depósitos eólicos, de regosoles profundos de pendiente moderada a fuerte:

Los suelos presentan textura arenosa y de una reacción neutra o ligeramente acida cuando hay poca humedad.

Se sabe que el contenido de humedad del suelo está en relación directa con los niveles altitudinales y la estación del año. En el caso de Lachay los valores máximos se encuentran entre los meses de septiembre y octubre a una altura de 600 metros sobre el nivel del mar. Por lo cual la pendiente y el relieve son factores importantes para el desarrollo de las lomas, así en pendientes mayores al 30 por ciento y orientados frente a la dirección de los vientos se obtiene una mayor captación de neblina, y entre los 400 y los 600 metros de altitud. En los ejes de quebrada, en épocas de invierno (junio-octubre), existe una mayor concentración de la humedad sin embargo en las laderas es mínimo presentando un valor máximo a 600 metros sobre el nivel del mar, y se considera que debajo de los 200 metros de altitud son secos en forma permanente (Ordoñez y Faustino 1983).

Otro factor en la retención de la humedad es la granulometría, así en las lomas de Lachay e Iguanil, se observó que predominan las partículas más pequeñas (arena fina, limo, arcilla) en los niveles más bajos y arena media, gruesa y grava fina en los niveles más altos; en el primer caso se observa mayor retención de la humedad superficial de los suelos y por ende mayor desarrollo de cobertura vegetal (Ordoñez y Faustino 1983).

La textura del suelo también es un factor clave, debido a que la humedad procedente de las precipitaciones se infiltra hasta profundidades apreciables en la arena y el material madre subyacente, de esta forma no se pierde con la evaporación directa, por lo cual es considerada como una reserva que se pierde con la transpiración de la vegetación (Torres 1981).

3. ESTACIONALIDAD DE LA VEGETACIÓN

El ajuste entre los ciclos de actividad de las plantas y la estacionalidad del ambiente en el que viven es un aspecto fundamental de la estrategia ecológica de los organismos vegetales. Por tanto, sería esperable que las posibilidades fenológicas estuvieran limitadas por las condiciones climáticas particulares de cada lugar (Milla 2005). Así mismo, las comunidades vegetales se modifican notablemente para cada estación, de modo que su estructura no sería constante (Krebs 1985).

La comunidad no solo varía en el espacio, sino también en el tiempo, por lo que el comportamiento fenológico de las especies juega un papel importante en el aprovechamiento de nichos en distintos momentos (Terradas 2001). El desarrollo de la vegetación está muy relacionado a las variaciones temporales de los factores ambientales, como son; las diferencias de temperatura y radiación (Braun-Blanquet 1979; Rozzi *et al.* 1989; Ramírez 2008) y/o por la magnitud y duración de las precipitaciones (Vila 1997; Parra 2003; Olivares y Squeo 1999) que desencadenarían los distintos eventos fenológicos de las plantas. Es por ello, que las especies y formas de vida tienen a desarrollar distintas estrategias temporales en el aprovechamiento de los recursos y de las condiciones, pudiendo adelantar, retrasar o inhibir algunos de sus fases fenológicas (Olivares y Squeo 1999; Terradas 2001). A lo que Terradas (2001) denomina plasticidad fenotípica, la cual trata de invertir mucho en defensas o evadir los momentos difíciles.

La variación estacional del agua cumple un rol importante en la proliferación de las especies vegetales, más aún en zonas de sequedad intensa, donde la duración y cantidad de las precipitaciones son muy variables año tras año (Terradas 2001). Dada estas condiciones, las plantas adaptan su desarrollo principal a las épocas de lluvias y/o a aquellos años con mayores niveles hídricos, presentando diversas características xerófitas. En ese sentido, la vegetación en regiones áridas debe desarrollar mecanismos no solo para aprovechar las lluvias, sino también para resistir a la sequía. Las especies tolerantes a las restricciones experimentan una pérdida estacional de su biomasa, para así reducir la pérdida de agua por evapotranspiraciones, durante las temporadas más secas desarrollan succulencia, presentan modificaciones en las hojas y en otras estructuras y/o tienen metabolismo ácido-crasuláceo. (Grime 1989; Soriano y Ruiz 2003).

Generalmente en ambientes áridos se ven favorecidas aquellas especies con estrategias que destinan más recursos a los órganos subterráneos, pudiendo disponer de una mayor capacidad para la captación de agua, y/o que presentan defensas físicas y químicas para reducir el daño en sus estructuras aéreas. (Terradas 2001; Golluscio *et al.* 2011). En ese sentido el desarrollo de la vegetación depende de la combinación de las condiciones climáticas y esencialmente la ecofisiología, determinando la composición de las comunidades.

En el estudio ecológico del Tillandsial en el desierto de Cajamarquilla, Türkowsky y López (1983) mencionan las distintas adaptaciones de esa comunidad al ambiente hiperárido como la ausencia de raíces funcionales, densa cubierta de pelos escamosos absorbentes, estomas hundidos y escasos, abundante mucilago y reducción de los haces conductores. Así mismo, Weberbauer (1945) describe a las Tillandsias del desierto como especies de hojas angostas grises (color debido a la abundante presencia de pelos escamosos) y de raíces cortas y escasas que constituyen sólo órganos de fijación. Relaciona la presencia de neblinas en zonas desérticas con la presencia de *Tillandsias* y explica la ausencia de estas en lomas debido a su nutrición mineral foliar, a partir del polvo de sustratos secos.

El ciclo sucesivo en las precipitaciones genera un efecto renovador en la vegetación, ya que durante la época lluviosa se favorece la ruptura de latencia de semillas y posteriormente germinación de individuos, así como un mayor desarrollo vegetativo de las plantas establecidas. En cada temporada de lluvias se puede apreciar cierta modificación en la composición de especies, de sus abundancias y su distribución. Esta nueva vegetación generada, que alcanza su máxima expresión a finales de la época lluviosa o húmeda, se enfrenta a condiciones que van siendo más restrictivas conforme el avance de la época seca. Es así que conforme el tiempo, solo se observan a aquellas plantas que han logrado sobrevivir al estrés hídrico que confiere la sequedad del ambiente, volviendo a proliferar al llegar la siguiente temporada de lluvias, provocando un nuevo cambio en la vegetación. Sin embargo, esta dinámica entre estaciones puede ser interrumpida por el efecto de perturbaciones en las condiciones ambientales, tales como infrecuentes eventos de abundante precipitación o extensos periodos de sequía (Braun-Blanquet 1979; Figueroa y Jaksic 2004).

3.1. ESTACIONALIDAD DE LAS LOMAS

Torres (1981) en su estudio realizado señala, que en las lomas de la Costa Central del Perú, las especies herbáceas iniciaron su ciclo de vida durante los meses de junio a septiembre, y lo culminaron con la producción de semillas a fines de octubre y noviembre. El porcentaje de herbáceas en el periodo de lomas (época húmeda) es mayor, disminuyendo al paso de los meses (junio con 20 especies, julio con 17 y septiembre con 15 especies), predominando especies de los géneros *Bromus*, *Sycios*, *Philogrossa*, *Vasquesia*, *Begonia*, etc., alcanzando áreas cubiertas casi por encima del 50 por ciento del área total (Torres 1981; Torres y López 1982).

Sin embargo, en las épocas de diciembre, la cobertura disminuye valores menos del 10 por ciento del área total, y no hay presencia de herbáceas. En casi todos los trabajos realizados en lomas, especialmente en la costa central, la especie que predomina es *Nicotiana paniculata* (Torres 1981; Torres 1986; Torres y López 1981, 1982).

Así mismo, Arias (1990) señala que las especies herbáceas en su estudio realizado en lomas de Atiquipa-Arequipa, en su mayoría iniciaron su ciclo de vida durante los meses de agosto, relacionado con la presencia de neblinas, culminándola con la producción de semillas a fines de noviembre (26 especies) y abril (5 especies). En cuanto a estacionalidad fenológica, los periodos de floración de muchas especies se centraron dentro de los meses de septiembre y octubre.

La estacionalidad en cuanto a la diversidad, según la investigación de Tovar (2003) la época seca comienza a finales de cada año y termina con el ciclo de neblinas alrededor de agosto y setiembre, para luego dar inicio a la época húmeda. Registrando sus valores más altos de diversidad entre agosto y septiembre en las lomas de Lachay.

3.2. ESTUDIOS PREVIOS DE LA VEGETACIÓN EN LOMAS DEL PERÚ

Se han realizado distintos estudios en lomas costeras, evaluando la estructura y composición de la vegetación en sus diferentes estratos. Sin embargo, son las especies de menor porte, es decir las especies herbáceas que tienen comportamiento efímero y distintas adaptaciones en respuesta a las variaciones climáticas abruptas y cambios en su ecosistema. Por ello, las metodologías para estudiarlas, han sido utilizando medidas de abundancia como densidad y cobertura, así como el índice de valor de importancia en función al índice derivado de

Cottam, diversidad Shannon-Wiener y otros. Siendo utilizados en diversos trabajos como los expuestos en la Tabla 1. Así mismo, distintas correlaciones entre la vegetación y variables meteorológicas.

Tabla 1: Resumen de algunas investigaciones de la vegetación realizados en lomas costeras del Perú.

Publicación Autor (es)/ Año	Dpto./ Prov./ Dist.	Loma costera	Palabra clave
Torres, 1981	Lima, Franja costera del Perú, desde Chancay hasta Cañete.	lomas del centro costero	Estacionalidad fenológica
Arias, 1990	Arequipa, Caravelí, Atiquipa	lomas de Atiquipa	Producción y Dinámica (Diversidad alfa, beta y gama)
Apéstegui, 1992	Arequipa, Caravelí, Atiquipa	lomas de Atiquipa	IVI, Índice Sorensen, estructura horizontal y vertical
Teixeira, 2000	Lima, Chancay, Huaral	lomas de Lachay	ENSO-Diversidad Shannon
Tovar, 2003	Lima, Chancay, Huaral	lomas de Lachay	Precipitación-Diversidad alfa y gama
Watson, 2006	Lima, Lima, Pachacamac	Loma de los Amancaes	Producción y Dinámica (Diversidad alfa, beta y gama)
Sotomayor y Jiménez, 2008	Arequipa, Caravelí, Atiquipa	lomas de Atiquipa	Corr. Neblina-Índice Shannon y Simpson

FUENTE: Elaboración propia.

4. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

Según la variable que se utilice, para la estimación de la abundancia relativa de especies, se obtienen distintos resultados. Así mismo, su elección dependerá del objetivo del estudio. Es por ello que se propone combinar las distintas variables en un solo valor, siendo esta un índice de valor de importancia (IVI) (Matteuci 1982).

La finalidad de este índice es la de proporcionar una mejor descripción de la importancia ecológica relativa y del dominio florístico de cada especie frente a las demás, en un determinado lugar (Lamprecht 1964). Para ello se suelen combinar las variables de densidad y de cobertura, siendo el resultado un parámetro adimensional expresado en porcentaje. Con la utilización de este nuevo parámetro se espera representar de mejor manera la importancia ecológica de aquellas especies que pueden contar con varios individuos, pero de escasa cobertura, y de aquellas poco abundantes, pero con coberturas mayores (Matteucci y Colma 1982).

5. DIVERSIDAD

Entre las muchas discusiones sobre la relevancia de la diversidad en la teoría ecológica y de su aplicación como descriptor de un sistema, se ha generalizado la idea de que la diversidad está fuertemente ligada al concepto de estabilidad. Es por ello que diferentes estudios han discutido la relación entre ambas definiciones, demostrando que no necesariamente un alto nivel de diversidad confiere estabilidad y que más bien esta relación parece ser más compleja (Margalef 1982) o secundaria (Odum 1980). Sin embargo, es posible considerar que la diversidad refleja el grado de complejidad estructural u organizacional de los sistemas (Margalef 1982). Pudiendo estar en función de la constancia de la composición taxonómica o en relación a la energía que fluye a través del sistema. Además, advierte los cambios que pueden ocurrir por acción natural o por las actividades del hombre, tanto espacial como temporalmente (Pineda 2001; Siqueiros 2005).

Según los estudios de Whittaker, citado por Ramos (2013) en comunidades vegetales, al inicio de una sucesión se puede encontrar un gran número de especies de plantas con diferentes niveles de éxito, las cuales compiten hasta que las dominantes, al acumular mayor biomasa y cobertura, actúan limitando el desarrollo de las demás. De esta manera la diversidad estaría experimentando una variación según el grado de interacción entre las especies. Esta vegetación también estaría afectada por condiciones del medio, tales como el clima, la fertilidad del suelo, la producción y estructura de la vegetación, el efecto de los animales y de las medidas de gestión (Terradas 2001).

La diversidad muchas veces se encuentra en función al tamaño de la muestra, por lo que al ir ampliando la muestra es posible encontrar mayor número de especies y observar cambios en sus proporciones. A esto se le conoce como “espectro de diversidad”. De esta manera, una diversidad local elevada puede ser el resultado de un sistema muy repetitivo (homogéneo) sin segregación local, y por otro lado una menor diversidad puntual puede crecer al aumentar la muestra, producto de una mayor complejidad (heterogeneidad) del sistema (Margalef 1982; Terradas 2001).

Por otro lado, se ha avanzado más en el reconocimiento de distintos niveles de la diversidad de especies. La diversidad alfa (α) es la diversidad puntual en un hábitat concreto y considerado homogéneo, la diversidad beta (β) se refiere a la tasa de cambio de especies entre los distintos hábitats y su especificidad, y la diversidad gamma (γ) puede considerarse

como la heterogeneidad de todos los hábitats contenidos a escala regional (Moreno 2001; Terradas 2001).

5.1. MEDIDAS DE DIVERSIDAD

La diversidad en principio es una idea de cuan heterogéneo es todo aquello que vemos en determinado lugar. Planteado de esta forma, nos ayuda en mucho para entender la estructura de un sistema y su composición, así que de modo alguno necesita ser cuantificada. La principal ventaja es que resume mucha información en un solo valor y nos permite hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo (Moreno 2001).

Cualquier medida de la diversidad trata de expresar con una simple cifra de qué manera un conjunto se distribuye en una serie de subconjuntos. Es decir, cuántas especies hay y cuantos individuos para cada una de estas especies. Si bien la diversidad describe una situación estacionaria esta tiene subyacente un proceso dinámico. La cifra que se obtenga con los resultados, sea cual fuere el índice que se utilice nos dará una idea de la estructura de determinada comunidad o ecosistema. Pero dicha estructura es resultado de los diferentes procesos ecológicos y biológicos que permitieron su establecimiento (Margalef 1991).

La forma más general de percibirla basa su cálculo en el número de especies, sin embargo existe los llamados Índices de Diversidad que miden la diversidad ya sea utilizando número de especies (riqueza), las proporción de sus abundancias (equidad). Esta última no solo se restringe al número de plantas por especie, sino también puede ser considerada en base al peso, biomasa, productividad, etc., de cada una de las especies evaluadas (Pineda 2001). Así mismo, se puede realizar su medición con la mezcla de ambos, a lo cual referimos índices no paramétricos, que pueden ser los índices estadísticos de información; índice de Shannon-Wiener, siendo este quizá el más utilizado, o las medidas de dominancia; índice de Simpson (Magurran 1987).

El índice de Shannon-Wiener, este índice supone que los individuos son muestreados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Bravo-Nuñez 1991; Moreno 2001). Dada la dificultad que presenta en esta última consideración en base a las restricciones de muestreo, es que se pretende obtener una alta proporción de especies dentro de la zona a evaluar. De esta manera se estaría asumiendo que, si bien no todas las especies de la comunidad están representadas, por lo menos un gran número de ellas si lo están

(Bravo-Núñez 1991). Este índice se representa normalmente como H' y se expresa como un número positivo, que adquiere valores entre cero y cinco BITS., es cero cuando hay una sola especie y es máximo, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno 2001).

Para una mejor interpretación de la diversidad, es necesario complementar dicha medida con índices de equidad y de riqueza. Así como los índices basados en dominancia, son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad, toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno 2001).

El índice de Simpson, índice basado en dominancia e indica probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Magurran 1988; Peet, 1974). Su valor varía de cero a uno. A medida que el índice (D) aumenta la diversidad decrece, es así que suele expresar como $1-D$ o $1/D$ para fines comparativos con otros índices. A medida que $(1-D)$ aumenta, la comunidad se vuelve más diversa, es decir mientras más nos acercamos a uno la formación vegetal es más diversa.

Así mismo para fines comparativos resulta importante conocer no solo cuantas especies están presentes y en qué proporción, sino también la identidad de estas especies. Es por ello, que algunos autores recomiendan la utilización de curvas rango-abundancia.

Curvas rango-abundancia, estos gráficos destacan cambios en el orden de abundancia de las diferentes especies y en su variación en la dominancia numérica de especies entre muestras, lo que estaría asociado a cambios en la utilización y distribución de recursos (Terradas 2001; Feinsinger 2004).

6. FENOLOGÍA

La fenología, definida como el estudio de la variación temporal de los ciclos reproductivos, es una parte muy importante en el estudio fenológico de las plantas. Los estudios fenológicos permiten conocer patrones de floración, fructificación y dispersión de semillas de especies de interés (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Para los estudios fenológicos poblacionales, usualmente es necesario tener información sobre la frecuencia (número de ciclos por año con respecto a una fase), regularidad (variabilidad en espacios de las fenofases o ciclos), duración (espacios de tiempo de cada ciclo o fenofase), amplitud (intensidad o cantidad de la fenofase) y sincronía (ocurrencia simultánea de una fenofase) de una fase fenológica (Newstrom y Frankie 1994).

Para determinar la duración en cada fenofase, se debe intensificar las evaluaciones. En términos generales, evaluaciones cada 15 y 30 días son aceptables para determinar la duración de cada fenofase; no obstante, es importante considerar que muchas especies de plantas tienen su ciclo de floración en un tiempo corto (menor a 30 días) y que es imprescindible evaluarlos durante tiempos muy cortos (Mostacedo y Fredericksen 2000).

La continuidad de lluvias genera un efecto renovador en la vegetación, ya que durante la época lluviosa se favorece la ruptura de latencia de semillas y posterior germinación de individuos, durante esta época también se produce un mayor desarrollo vegetativo de las plantas establecidas (Braun-Blanquet 1979; Figueroa y Jaksic 2004). Con el fin de establecer la relación entre la ocurrencia de las fenofases con las variables climáticas, es comúnmente usado el análisis de correlación de Spearman.

El coeficiente de correlación de Spearman, es un indicador de asociación de dos variables cuando al menos una de ellas está medida en escala ordinal (Vaughan 2001). La interpretación del coeficiente de Spearman es igual que la del coeficiente de Pearson. Oscila entre menos uno y más uno, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, cero, significa no correlación, pero no independencia. Además, es menos sensible que el de Pearson para los valores muy lejos de lo esperado.

7. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Oñate (1999) indica que la vegetación es un factor que influye mucho para la formación de una determinada clase de suelo, es decir el tipo de vegetación determina el suelo que se forma en un área o zona determinada. Así mismo sostiene que el calor y la luz son transformadores por medio de la evaporación; la fotosíntesis y la descomposición de materiales son también parte importante, tomando en cuenta que los constituyentes que participan en los procesos son gases y extractos en solución o suspensión. Las reacciones exotérmicas y endotérmicas influyen en el crecimiento de los organismos sean estas plantas o animales, de ahí que los intercambios y transacciones se verifican entre las plantas y suelo.

Por otro lado, Arcos (2008) manifiesta que cuando se trata de determinar la composición físico mecánica o química o realizar cualquier determinación analítica en los lotes muy grandes de material, hay que practicar la toma de muestras con una técnica y cuidados especiales a fin de obtener muestras que representan fielmente el contenido predominante del material en estudio, ya que los materiales en grandes volúmenes presentan diferencias en su composición química, así como en sus características organolépticas, debido a la influencia de factores extraños que pueden ocasionar alteraciones que son muy necesarias de considerar para la calificación final, por lo cual sostiene que la muestra representativa del suelo, son muestras (compuestas) provenientes de varias submuestras, tomadas en distintos sitios de un lote hasta cubrir el área del terreno en estudio.

Según la investigación de Tinoco (1969) señala que la porosidad encontrada en su estudio realizado en lomas de Lachay es menor a 50 por ciento, caracterizando a esta loma, su condición de suelo arenoso. La arena fina es predominante en cada uno de los horizontes del perfil de suelo. Así mismo, menciona que la humedad retenida desciende a medida que se gana profundidad en los perfiles. Por otro lado, Quispe (1996) menciona que los suelos se caracterizan por ser muy permeables y ligeramente salinos en lomas de Atiquipa y de fertilidad naturalmente baja. Sin embargo, Watson (2006) menciona que los suelos de las lomas de Amancaes presentan una clase textural Franco, no salino y con alto porcentaje de materia orgánica, fósforo y potasio disponible, en cuanto a la relación K/Mg presento deficiencia de potasio, pero en la relación Ca/Mg se clasifican como normales con un porcentaje medio de Saturación de Bases.

8. MUESTREO DE LA VEGETACIÓN POR CUADRANTES

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde. Hoy en día los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de plantas. El tamaño del cuadrante está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante, también depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Para obtener en una comunidad las descripciones estadísticamente representativas de variables como densidad, cobertura, biomasa o frecuencia de las especies, es indispensable disponer de muchas unidades de extensión reducida, en lugar de pocas observaciones realizadas en áreas extensas, el número de observaciones debe asegurar la representatividad estadística del muestreo (Graf y Sayagués 2000).

Las dimensiones de las unidades muestrales varían según el tamaño de las plantas.

Tabla 2: Valores empíricos del tamaño de los cuadrantes frecuentemente utilizados en estudios de vegetación.

TIPO DE PLANTA	SUPERFICIE (m²)
Herbáceas	0,1-1
Hierbas altas y Arbustos bajos	4
Arbustos altos	10
Arboles adultos	100

FUENTE: Graf y Sayagués 2000.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describe el área de estudio y sus aspectos generales más importantes. Además, se describe los materiales y métodos utilizados en la etapa de campo durante las evaluaciones (cada 14 días) realizadas y etapas de gabinete.

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en las lomas de Ventanilla.

1.1. UBICACIÓN

Las lomas de Ventanilla, se encuentran ubicadas en el Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza, ciudad de Pachacútec, distrito Ventanilla, provincia constitucional del Callao, Departamento de Lima-Perú (Figura 2).

El Asentamiento Humano se ubica entre las coordenadas UTM 264963,374-265626,21 mE y 8691834,366-8692357,195 mS de la zona 18L, cubre una superficie de 259 867 metros cuadrados. Hidrográficamente se ubica en la denominada Intercuenca de Ventanilla que es una extensión de las cuencas de los ríos Chillón y Rímac, Vertiente del Pacífico.

El distrito de Ventanilla está situada al norte de la Provincia Constitucional del Callao, cuenta actualmente con 71 600 kilómetros cuadrados de superficie continental, ocupando más de la mitad del territorio de la Región Callao (51,2 por ciento). Se encuentra ubicada en el contexto interdistrital conformado por los distritos de Lima Norte y la Provincia Constitucional del Callao. Está situada a 34 kilómetros al norte de Lima, a la altura del kilómetro 28,5 de la Panamericana Norte y a 18 kilómetros al norte del Callao.

Su posición geográfica en el territorio le permite compartir un escenario físico ambiental con los distritos de Santa Rosa al norte; Puente Piedra y Mi Perú al este; San Martín de Porres y el Callao al sur y el Océano Pacífico al Oeste; quienes constituyen sus territorios fronterizos y colindantes.

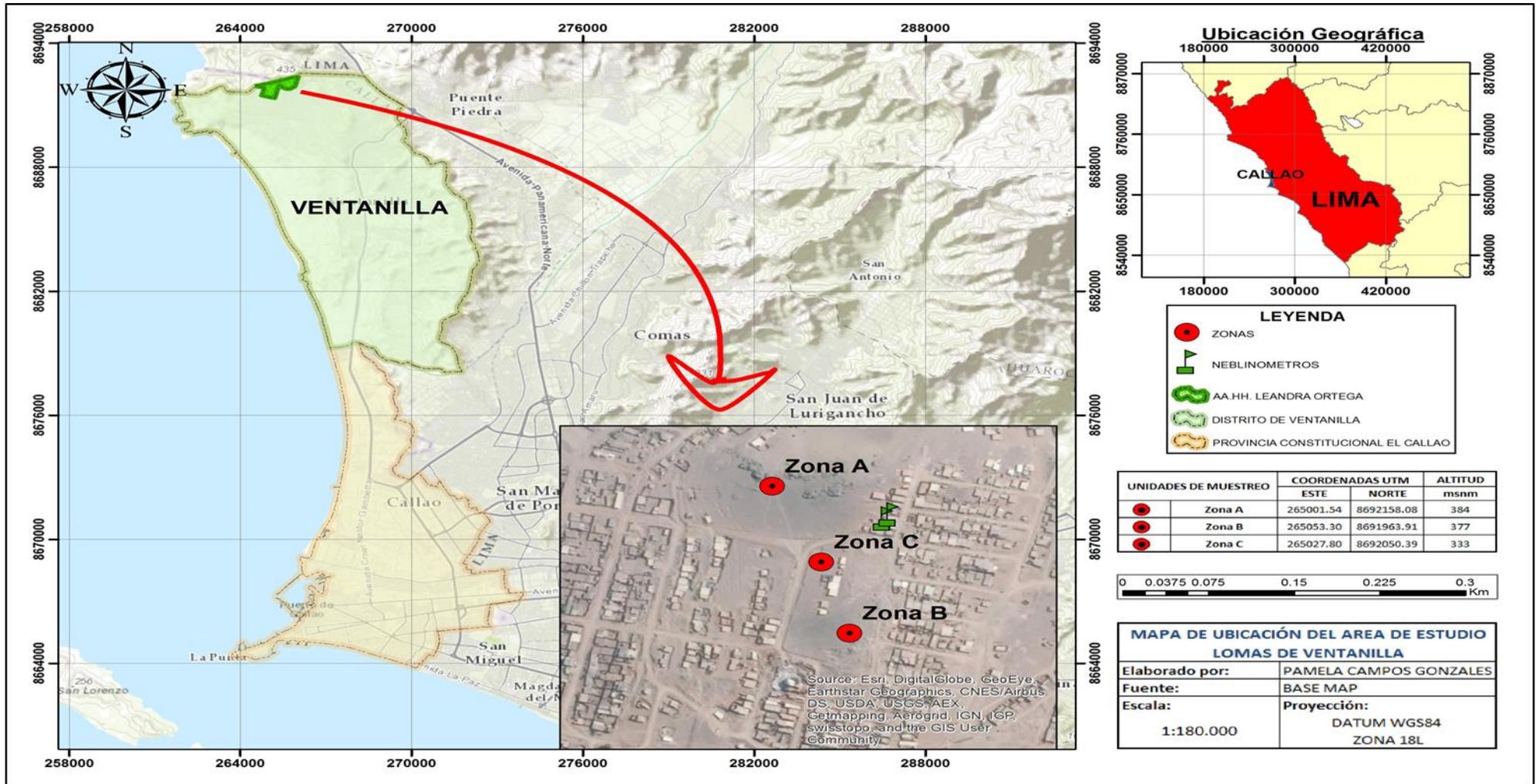


Figura 2: Área de estudio y unidades de muestreo, AA.HH. Leandra Ortega, distrito de Ventanilla, departamento de Lima.

FUENTE: Elaboración propia.

1.2. ASPECTOS ECOLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS

Según el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976), basado en el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge, lomas de Ventanilla se encuentra en el desierto desecado subtropical (dd-S) (Ver Anexo 2). El distrito de Ventanilla se encuentra en la zona de transición ecológica marino-continental, caracterizada por la influencia de la brisa marina húmeda, que en conjunción con la cordillera costanera forma una zona atmosférica de inversión térmica, caracterizada por la alta humedad y presencia de neblinas invernales persistentes que dan lugar a los ecosistemas de lomas, con vientos de brisa débil a moderada y terrales débiles.

a. La precipitación

La provincia Constitucional del Callao, presenta frecuentemente lloviznas que suelen ser de larga duración, pero siempre es de poca densidad no pasando de 1 mm por hora. Contreras (2012) indica que la precipitación en Ventanilla varía desde escasos milímetros (0 a 10 mm promedios mensuales), propio de la costa árida y desértica. Sin embargo, ocasionalmente es afectada por la presencia de lluvias en la estación de verano, como producto del paso de humedad de la vertiente oriental. Según los datos extraídos del Servicio de Información Meteorológica del OGIMET de la estación del aeropuerto Internacional Jorge Chávez se determina que la precipitación es menor a 1 mm en el año (Ver Anexo 1).

b. La temperatura

La provincia Constitucional del Callao, presenta características de tipo semi-cálido. La temperatura promedio anual presenta valores comprendidos entre 18,75 °C y 17,75 °C. Los valores mínimos están cercanos al litoral y cubre parte de los distritos de La Punta, La Perla, Bellavista y Callao zona Sur y estos valores van en aumento hacia la zona Este en Carmen de la Legua Reynoso, así como en la zona Norte del Callao en Ventanilla hasta cubrir el máximo (Contreras 2012). Para estos últimos siete años, el Servicio de Información Meteorológica del OGIMET, registró que en los meses de invierno las temperaturas mínimas llegan a 15 °C y en verano la temperatura máxima puede ser un poco más de 27°C (Ver Anexo 1).

c. Humedad relativa

La humedad relativa llega en promedio a valores como 84 por ciento en la zona de Pachacútec-Ventanilla en los meses de invierno (Merino, 2017), similar a lo registrado en la

estación del aeropuerto Internacional Jorge Chávez según los datos extraídos del Servicio de Información Meteorológica del OGIMET (Ver Anexo 1).

d. Velocidad y dirección de vientos

La dirección predominante del viento es sur (S) y la velocidad del viento varía de 4,8 a 7 nudos, cambiando unidades de 8,89 a 12,78 km/h (Merino, 2017). Por otro lado, la información extraída por el Servicio de Información Meteorológica del OGIMET, periodo 2010-2016, la velocidad del viento fluctuó de 5,9 a 7,5 nudos o 10,96 a 13,86 km/h (Ver Anexo 1).

1.3. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS

En la Región Callao, se reconocen ecosistemas naturales, entre los cuales se encuentra el Ecosistema de desierto caracterizado por poseer laderas de cerros con vegetación funcionalmente de lomas. Así mismo posee vegetación continental silvestre y temporal (Ver Anexo 2).

En esta zona, la costa peruana presenta suelos arenosos con poco limo, trazas de humedad y roca; presentando problemas geotectónicos de densificación de suelos, agresividad de sales y asentamiento por amplificación sísmica. De acuerdo a estudios por la Oficina de Acondicionamiento Territorial (2012) se ubica en planicies onduladas comprendiendo elevaciones y colinas, los que en temporada de invierno se cubren de vegetación de lomas. En la zonificación económica ecológica (ZEE) realizada por la Región Callao se determinó que es una unidad económica ecológica (UEE) de protección y conservación de ecosistemas de lomas costeras, pero a la vez es de consolidación urbana (ver Anexo 2). Las pendientes varían desde cinco a mayor de 50 por ciento, presentando pendiente ligeramente inclinada, moderadamente inclinada, inclinada, fuertemente inclinada, empinada y muy empinada.

1.4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Por su ubicación en la intercuenca Ventanilla su material de cobertura está conformado por arena media y fina, y escaso limo en las partes más elevadas del AAHH. En las faldas de los cerros hay presencia de depósitos eólicos, arena con costras salinas transportadas por el viento. En la Tabla 3 se aprecian las unidades estratificadas de esta zona, pero en Pachacútec se encuentran más depósitos aluviales.

Tabla 3: Distribución de los materiales terrestres en la intercuenca Ventanilla, Callao.

<i>Unidades homogéneas</i>	<i>Unidades estratigráficas</i>
INTERCUENCA VENTANILLA:	Material De Cobertura: Depósito marino antiguo y reciente (Qp-m y Qr-m), eólico (Qr-e), Depósito coluvio aluvial (Qr-coal)
MICROCUENCA ANTONIA MORENO DE CÁCERES, SECTOR PACHACÚTEC	Roca de basamento: Volcánico Ancón (Ki-va), Fm Ventanilla (Ki-v), Fm Cerro Blanco (Ki-cb), Fm Puente Inga (Ki-pi)

FUENTE: Actualización de la Microzonificación Ecológica Económica de la provincia constitucional del Callao - 2011.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Zona A - Zona de rocas (ZR- SO): Colina con presencia de rocas, a 384 metros de altitud y 35 por ciento de pendiente, con exposición favorable a los vientos provenientes del Suroeste, transito escaso de personas. Sin embargo, colindante a la construcción de viviendas y futura carretera.

Zona B - Zona del tanque (ZT-SO): Colina a 377 metros de altitud y 34 por ciento de pendiente, con exposición favorable a los vientos provenientes del Suroeste, transito escaso de personas. Sin embargo, colindante a las viviendas de madera y a un tanque reservorio (COSAPI) de agua de la zona e impactada posteriormente por el movimiento de tierras que realizaron poco tiempo después del establecimiento de las parcelas.

Zona C - Zona de casa (ZC-O): Colina a 330 metros de altitud y 20 por ciento de pendiente, con exposición favorable a los vientos provenientes del Oeste. Presenta transito fluido de personas y animales y es colindante a las viviendas y futura carretera. Cabe mencionar que es parte fragmentada, pues esta zona con la zona del Tanque antes conformaba una sola colina, que debido a crecimiento demográfico se ha ido fragmentando. En la Tabla 4, se presenta en resumen las características más resaltantes de las zonas.

Para mayor detalle se exponen las fotografías (Ver Anexo 3).

Tabla 4: Descripción y características físicas de las unidades de muestreo en el área de estudio.

N°	Unidad de Vegetación (*)	Código	Dirección	Pendiente %	Coordenadas UTM ⁽¹⁾		Altitud (msnm)
					Este	Norte	
1	Zona A	ZR-SO	Suroeste	35	265001	8692158	384
2	Zona B	ZT-SO	Suroeste	34	265053	8691963	377
3	Zona C	ZC-O	Oeste	20	265027	8692050	333

(1) Coordenadas UTM en el sistema WGS 84, zona 18L

FUENTE: *Elaboración propia.*

2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1. CAPTACIÓN DE AGUA DE NEBLINA

- Neblinómetro estándar “SFC”
- Pluviómetro experimental
- Registros

2.2. MUESTREO DE LA VEGETACIÓN

2.2.1. MATERIALES

- 1 Cuadrante de madera de 1 m cada lado
- 1 Cuadrante de madera de 0.5 m cada lado
- 1 Libreta de campo
- 2 Lápices
- 1 Regla metálica de 30 cm.
- 200 Palitos de bambú
- 1 pomo de pintura sintética no lavable, color rojo

2.2.2. EQUIPOS

- 1 Wincha en fibra de vidrio 100 m.
- 1 Brújula
- 1 Clinómetro
- 1 GPSmap 62S Garmin
- 1 Cámara digital

2.3. MUESTRO DEL SUELO

- 2 Lampas
- 1 Cilindro muestreador
- 3 Bolsas herméticas “Ziploc”

2.4. ANÁLISIS DE DATOS

- Computadora
- Hoja de cálculo Excel
- Programas estadísticos (Statistica versión 12, R versión 3.3.3, EstimateS versión 9.1.0)

3. MÉTODOS

3.1. CAPTACIÓN DE AGUA DE NEBLINA

Esta etapa se llevó a cabo entre los meses de julio de 2016 hasta noviembre del mismo año. La captación de neblina fue mediante dos neblinómetros estándar “SFC”, instalados por la empresa SUMPA S.A.C., cada uno con las siguientes características, doble malla Raschell de 35 por ciento de sombra, de un metro cuadrado de área de captación, instalados a dos metros sobre el nivel del suelo y cada cual, interceptando las neblinas provenientes por los vientos del Suroeste y Oeste, respectivamente (Ver Anexo 4).

Con fines de seguridad se ubicaron ambos neblinómetros en el jardín de una vivienda cercana a las lomas, donde se realizó el muestreo de la vegetación, con características favorables para la captación de neblina y principalmente en ausencia de obstáculos (Ver Figura 2).

Los registros del volumen captado se realizaron todos los días, por personas con previa capacitación, a lo largo del periodo de estudio. Las lecturas se realizaban a las 10 de la mañana, en seguida se procedía a desocupar el envase, hasta el día siguiente, para la nueva toma de lectura correspondiente. Se realizó el mismo procedimiento para las lecturas del pluviómetro, cabe resaltar que las unidades en ambos casos fueron medidas en mililitros. Sin embargo, para el presente estudio no se consideró los datos de precipitación ya que se consideró que la cantidad de agua recolectada con el pluviómetro experimental de la empresa SUMPA S.A.C. es por la intercepción de las paredes del embudo (Ver Anexo 4 y 5). Además, según los datos extraídos del Servicio de Información Meteorológica del OGIMET, la precipitación diaria promedio es menor a 1 mm, lo cual es inapreciable.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa “Statistica” versión 12, se realizó un análisis de varianza lineal (ANVA) para comparar el volumen de neblina captado por los neblinómetros con dirección al viento del Suroeste y oeste, con intervalos de confianza de 0,99. Previo cambio de unidades de mililitros a litros/m²/día.

Finalmente, los datos de volúmenes de neblina acumulada cada 14 días, coincidente a las fechas de evaluación de la vegetación, fueron analizados mediante estadística descriptiva (media, desviación estándar, valor máximo y mínimo).

3.2. MUESTREO DE LA VEGETACIÓN

El muestreo de la vegetación tuvo una duración de cinco meses, desde julio a noviembre, las evaluaciones se realizaron cada 14 días (jul-06, jul-20, ago-03, ago-17, ago-31, sep-13, sep-28, oct-12, oct-26, nov-9 y nov-23), planteándose un total de 11 salidas de campo.

En la primera salida se hizo un reconocimiento general del área de estudio, se planteó y afinó el método de muestreo de campo y se establecieron las unidades de muestreo abarcando toda la superficie del área de estudio. Las ubicaciones de los puntos de inicio en cada unidad de muestreo fueron al azar, pero considerando que se establezcan en las áreas con menor impacto antropogénico. Una vez escogidas estas unidades de muestreo, se establecieron las parcelas siguiendo órdenes contiguos y con cuatro metros aproximadamente distanciados una de la otra.

Según esto, se establecieron tres unidades de muestreo; llamados zona A, B y C como se describe en la Tabla 3 con 10 parcelas establecidas en cada unidad de muestreo, que vendrían a ser las repeticiones. Siendo un total de 30 parcelas, repartidas de la siguiente manera; 20 y 10 parcelas expuestas a la dirección de los vientos provenientes del Suroeste y Oeste, respectivamente.

El muestreo utilizado para medir la vegetación fue el método de cuadrantes, el cual consistió en colocar un cuadrado de 50 x 50 centímetros cuadrados sobre la vegetación, donde se determinó los distintos parámetros, para su posterior análisis.

Las parcelas fueron establecidas en zonas libres de arbustos y rocas, con el fin de evitar el efecto nodriza, y así mantener condiciones similares de exposición al medio entre las plantas, así mismo las parcelas se mantuvieron fijas durante el periodo de evaluación.

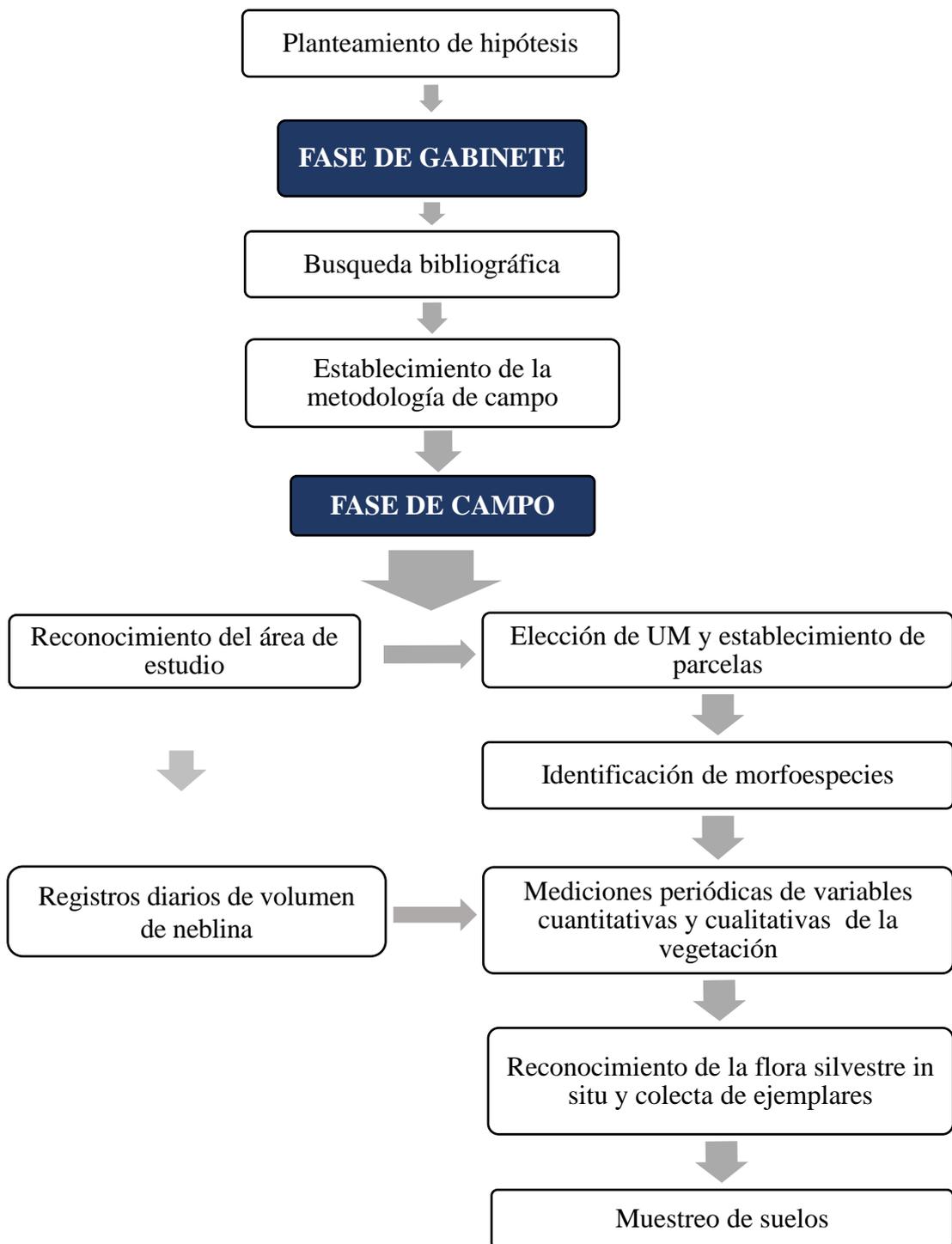
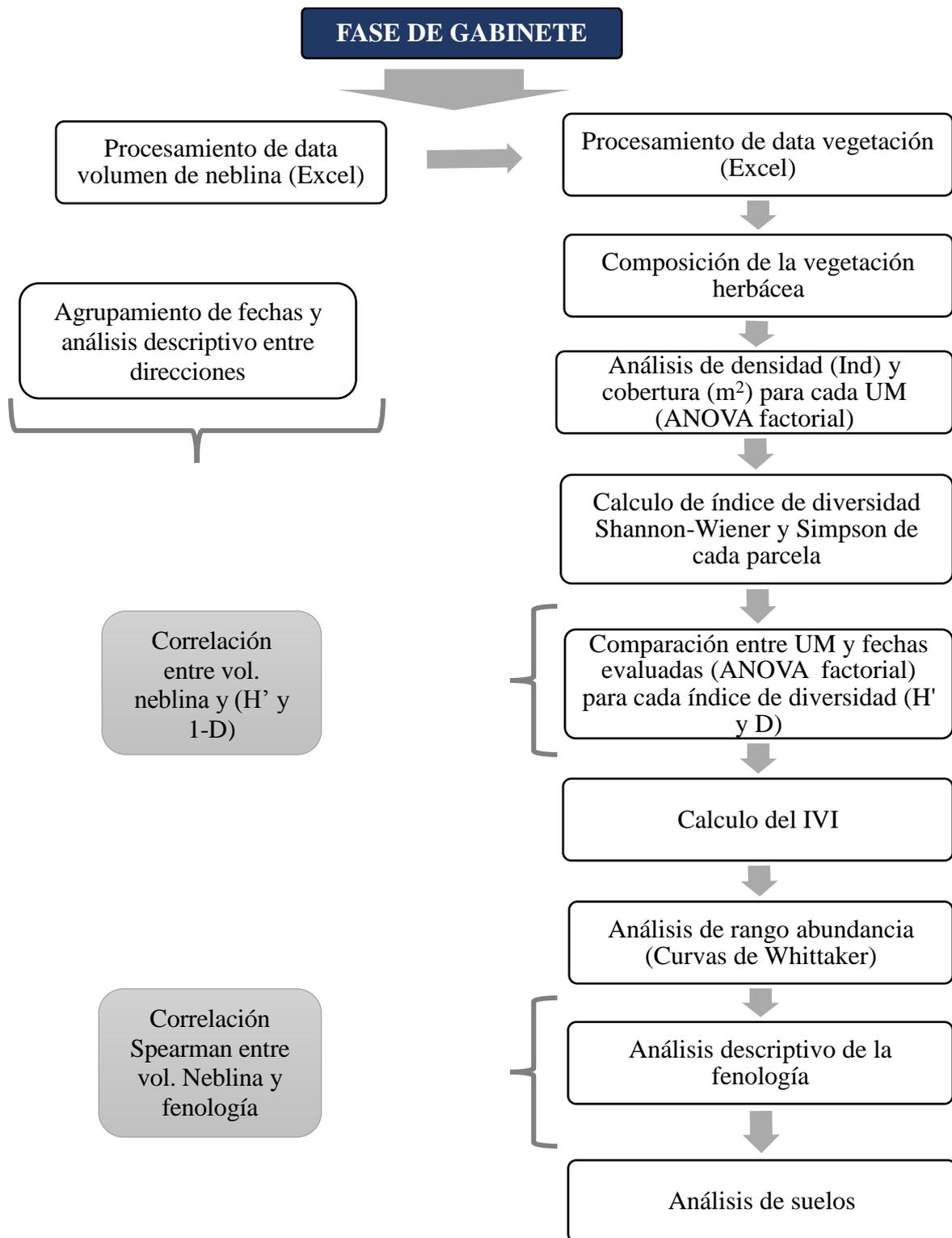


Figura 3: Diagrama de flujo de la metodología; fase de campo y gabinete.

FUENTE: Elaboración propia.

Continuación de Figura 3



3.3. PARAMETROS PARA MEDIR VEGETACIÓN

Las variables a medir se clasifican en cuantitativas y cualitativas, dependiendo si los valores presentados tienen o no un orden de magnitud natural (cuantitativas), o simplemente un atributo no sometido a cuantificación (cualitativa).

a. Densidad (DENS)

La densidad es una variable cuantitativa. Para su medición se realizó un conteo del número de individuos por especie en una unidad de área determinada (Matteucci y Colma 1982), que para el este estudio fue de 0,25 metros cuadrados, siendo esta la superficie de cada parcela evaluada (Ver Anexo 6).

b. Cobertura (COB)

La cobertura es una variable cuantitativa, definida como la sumatoria de proporciones de terreno ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de cada individuo de una determinada especie considerada (Matteucci y Colma 1982). Para la estimación de la cobertura individual de las plantas se utilizó el método de diámetro de copa, el cual consiste en la medición del diámetro mayor y de su perpendicular (D_1 y D_2) en cada individuo, para luego reemplazarlo en la siguiente fórmula. (Ver Anexo 6).

$$Cobertura = \frac{(D_1 + D_2)^2}{4} * \pi$$

Dónde:

D_1 y D_2 : Diámetros de la planta

π : 3,1416

Para el presente estudio se expresa en unidades de centímetros cuadrados, en un área determinada de 0,25 metros cuadrados. Para finalmente expresarlo en términos de porcentaje, en relación a la superficie evaluada.

c. Fenología (FEN)

La fenología es una variable cualitativa. Se consideraron cuatro fases fenológicas: (a)vegetativa, fenofase en el que aparecen las nuevas hojas y/o hojas verdaderas; (b)floración, en las que las plantas presentaron yemas florales y/o flores (c)fructificación, en las que las plantas presentaron frutos y/o semillas; y (d)defoliación, ocurrencia de

desprendimiento de hojas. Para cada especie se registró la proporción de individuos en cada fase fenológica, manteniendo una escala ordinal (0; 0,25; 0,50; 0,75; 1) que correspondió a una aproximación visual, en cada fecha de evaluación.

3.4. COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN

a. Composición florística

Se realizó el seguimiento y reconocimiento de los individuos de cada parcela establecida, a lo largo del periodo de evaluación (julio-noviembre). Así mismo, se realizó la visita al área de estudio específicamente para el reconocimiento de especies, toma de fotografías y colecta de ejemplares para su posterior reconocimiento. Cabe resaltar que la visita para dicho reconocimiento se realizó en la época de floración de la mayoría de especies, facilitando su reconocimiento por la presencia de flores en los individuos.

Las muestras colectadas fueron trabajadas en el Herbario MOL (especímenes y foto especímenes), se realizó la confirmación de la identificación de las especies con la participación de profesionales Biólogos y con Herbarios virtuales entre ellos Tropicos, Field museum of Natural History y el buscador virtual ATRIUM. Además, se revisó literatura de identificación botánica de algunas familias en particular y trabajos de grado realizados en lomas costeras y como principal referencia la Guía de Flora de las lomas de Lima (2015), cuya información se basa específicamente en la flora de lomas de Lima.

Finalmente, se elaboró una lista de las especies de herbáceas, encontradas dentro y fuera de las parcelas en las tres unidades de muestreo y se realizó la sesión fotográfica de cada una, en su etapa de floración (Ver Anexo 7).

b. Índice de valor de importancia (IVI)

Para el presente estudio, el IVI se formuló a partir de un índice derivado del índice de Cottam (Matteucci y Colma 1982), en función a la ponderación entre las variables de densidad y cobertura de las especies dentro de las unidades de muestreo. Con este IVI se representó de mejor manera la importancia ecológica de aquellas especies que pueden contar con varios individuos, pero de escasa cobertura, y de aquellas poco abundantes, pero con coberturas mayores. El valor máximo es variable, cuando más se acerca una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies (Matteuci 1982). El IVI fue calculado a partir de:

$$IVI = \left(\frac{ni}{N} + \frac{ci}{C} \right) * 100\%$$

Dónde:

ni: Número de individuos de la especie “i” de determinada parcela.

N: Número total de individuos de determinada parcela.

ci: Cobertura de la especie “i” de determinada parcela.

C: Cobertura total de determinada parcela.

3.5. ANÁLISIS DE ESTACIONALIDAD DE LA VEGETACIÓN

a. Análisis temporal de la densidad y cobertura

Con el uso del programa “Statistica” versión 12, se realizó el análisis de varianza (ANOVA factorial) para los factores zona, fecha y para la interacción de ambos factores, y se realizó la prueba Tukey para realizar las comparaciones, con intervalos de confianza de 0,99. También se elaboraron los gráficos de histogramas de densidad y curvas de cobertura con uso del programa “Excel”.

b. Diversidad de especies

Para medir la diversidad biológica a nivel puntual (diversidad alfa), se utilizó el índice de Shannon-Wiener. Se determinó la diversidad para cada parcela dentro de las unidades de muestreo, en las diferentes salidas durante el transcurso de la investigación. Así mismo se realizó en análisis de varianza (ANOVA factorial) para los factores zona, fecha y para la interacción de ambos factores, y se realizó la prueba Tukey con el programa “Statistica” para realizar las comparaciones, con intervalos de confianza de 0,99.

La fórmula del Índice de **Shannon-Wiener (H')** para el cálculo de la diversidad:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \log_2 pi$$

Donde:

S: número de especies (la riqueza de especies).

Pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos. (es decir la abundancia relativa o densidad de la especie i):

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

ni: número de individuos de la especie i

N: Número total de individuos de todas las especies.

Los valores de diversidad generados fueron complementados con el índice basado en dominancia, ya que son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad.

La fórmula del Índice de **Dominancia o de Simpson (1-D)**:

$$D = \sum pi^2$$

Donde:

Pi: Abundancia proporcional de la especie i, el número de individuos de la especie; i individuo entre el número total (N) de individuos de la muestra, siendo así.

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

c. Análisis de rango abundancia

También llamadas curvas de Whittaker, describen visualmente la diversidad de una determinada comunidad de especies, comparando de mejor manera las comunidades por hábitats o a lo largo del tiempo (Terradas 2001; Feinsinger 2004). Estas curvas, consiste en un método gráfico que ordena a las especies en rango de mayor a menor abundancia, permitiendo comparar entre muestras los aspectos biológicamente importantes de la diversidad de especies. Pueden ser elaboradas considerando como indicador de la abundancia (pi) cualquier parámetro como cobertura, biomasa y densidad, incluso el IVI (Durán 1995).

Las curvas de cada zona se calcularon, en base al índice de valor de importancia (IVI) de las especies, de la siguiente manera:

$$\text{Log}_{10} p_i$$

Donde:

$$\sum p_i = 1$$

p_i : n_i/N

n_i : IVI para la especie i

N : Suma de los IVIs de las especies.

La modificación de los datos mediante el uso de logaritmos en base 10 destaca en mayor medida las formas de las diferentes curvas, los cambios en el orden de abundancia de las diferentes especies y la variación en la dominancia numérica entre muestras (Feinsinger 2004). Además, permiten observar los cambios en la composición y representatividad de las especies. El ancho de la curva sobre el eje de abscisas refleja la riqueza (S) y en las ordenadas se presenta el valor de importancia de cada especie. Así mismo, la pendiente indica el grado de dominancia de las especies (Feinsinger 2004).

d. Análisis del volumen de agua de neblina en relación a la diversidad

Se realizó un análisis de regresión lineal, con 0,95 de intervalo de confianza, correlacionando los datos de volumen de agua de neblina acumulada con el índice de equidad Shannon-Wiener (H') y con el índice Simpson (1-D) conocido como índice de dominancia, los datos para el análisis fueron ordenados por fechas de evaluación, en ambos casos se utilizó el volumen acumulado a las fechas de evaluaciones realizadas. El programa utilizado en este análisis fue “Statistica” versión 12.

3.6. ANÁLISIS DE FENOLOGÍA

a. Análisis de la fenología

En base a las fases fenológicas de las especies encontradas dentro de las parcelas, se elaboró un gráfico de barras, señalando secuencialmente las fenofases para cada especie encontrada, durante las fechas de evaluación. Así mismo, se consideró las fases fenológicas por especie teniendo en cuenta que dicha fase estuviera presente en mayor porcentaje de individuos en cada una de las especies encontradas.

b. Análisis del volumen de agua de neblina en relación a la fenología

El método estadístico utilizado fue el coeficiente de correlación de Spearman, es un indicador de asociación de dos variables cuando al menos una de ellas está medida en escala ordinal (Vaughan 2001). En este caso el volumen de agua captado es una variable cuantitativa continua medida en escala de razón mientras que la proporción de plantas en cada fenofase es una variable medida en escala ordinal pues si bien es una cantidad numérica (0; 0,25; 0,50; 0,75; 1) corresponde a una aproximación visual y no una medición exacta.

Para la obtención de correlación Spearman se registró la proporción de plantas en cada fase fenológica (vegetativo, floración, fructificación, defoliación) así como el volumen de agua de neblina captado. Haciendo uso del programa “R” versión 3.3.3, se calcula la correlación de Spearman entre cada proporción y el volumen de agua captado por el neblinómetro. Luego, se desagrega el conjunto de datos por especie y se repite el cálculo de la correlación. En todos los casos se determina el p-valor para la hipótesis nula de que la correlación entre el volumen de neblina captado y la fenología es igual a cero, con 0,95 de intervalo de confianza.

3.7. ANÁLISIS DE SUELOS

Para realizar la caracterización del suelo, al final del periodo evaluado, se realizaron tres calicatas de 30 centímetros de profundidad en cada unidad muestreo y proporcionalmente distribuidas en el área de estudio. Las muestras colectadas de cada unidad de muestreo, fueron homogenizadas y finalmente llevados al laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y fertilizantes (LASPAF) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. CARACTERIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE NEBLINA

En la Tabla 5 se aprecia que el volumen de agua recaudado en dirección Suroeste se mantuvo con valores mayores durante los meses de julio, agosto y septiembre, siendo su mayor valor en la segunda fecha de evaluación (jul-20) correspondiente a finales del mes de julio con 20,10 litros y un promedio de 1,44 l/m²/día. El volumen captado disminuyó para los meses de octubre y noviembre, siendo su valor mínimo recaudado 0,20 litros en la fecha de evaluación (nov-09) con un promedio de 0,01 l/m²/día.

Así mismo se puede apreciar la variación de datos con la desviación estándar, pues se puede apreciar en los valores máximos y mínimos, días con captaciones de más de tres litros, así como días con ausencia de agua. El coeficiente de variabilidad indica que en los meses de octubre y noviembre hubo mayor variabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 5: Volumen de agua captado (l/m²) en dirección Suroeste durante el periodo de evaluación.

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio (l/m²/día)</i>	<i>Acumulado (l/m²)</i>	<i>Desviación Estándar (l)</i>	<i>CV %</i>	<i>Máximo (l)</i>	<i>Mínimo (l)</i>
jul-06	14	0,91	12,69	0,84	92,71	2,30	0,00
jul-20	14	1,44	20,10	1,36	95,00	5,10	0,00
ago-03	14	0,84	11,75	1,12	133,93	3,10	0,00
ago-17	14	0,97	13,62	0,84	85,98	2,10	0,00
ago-31	14	1,33	18,56	0,77	58,39	2,90	0,01
sep-13	13	0,94	12,23	0,97	102,78	2,30	0,00
sep-28	14	1,24	17,42	0,89	71,76	3,00	0,02
oct-12	14	0,46	6,41	0,77	168,89	2,60	0,00
oct-26	14	0,42	5,92	0,75	178,41	2,15	0,00
nov-09	14	0,01	0,20	0,05	368,25	0,20	0,00
nov-23	14	0,04	0,63	0,07	164,63	0,20	0,00
TOTAL	153	0,78	119,52	0,95	121,48	5,10	0,00

El volumen recaudado en dirección Oeste se mantuvo con valores similares durante los meses de julio y agosto, siendo su mayor valor en la quinta fecha de evaluación (ago-31) con 12,99 litros y un promedio 0,93 l/m²/día, como se puede apreciar en la Tabla 6. También, el volumen captado disminuyó para los meses de octubre y noviembre, siendo su valor mínimo recaudado de 0,15 litros para la décima evaluación (nov-09) y un promedio de 0,01 l/m²/día.

Así mismo se puede apreciar la variación de datos con la desviación estándar, pues se puede apreciar en los valores máximos y mínimos, días con captaciones hasta casi cuatro litros, así como días con ausencia de agua. El coeficiente de variabilidad indica que en los meses de octubre y noviembre hubo mayor variabilidad de los datos obtenidos, seguido de la tercera fecha de evaluación (ago-31).

Tabla 6: Volumen de agua captado (l/m²) en dirección Oeste durante el periodo de evaluación.

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio (l/m²/día)</i>	<i>Acumulado (l/m²)</i>	<i>Desviación Estándar (l)</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Máximo (l)</i>	<i>Mínimo (l)</i>
jul-06	14	0,57	8,03	0,56	98,20	1,60	0,00
jul-20	14	0,71	9,88	0,71	100,89	2,60	0,00
ago-03	14	0,48	6,70	0,71	148,25	2,20	0,00
ago-17	14	0,64	8,97	0,66	102,87	1,90	0,00
ago-31	14	0,93	12,99	0,81	87,58	3,10	0,00
sep-13	13	0,42	5,50	0,45	107,30	1,20	0,00
sep-28	14	0,85	11,90	0,68	80,36	2,30	0,00
oct-12	14	0,18	2,51	0,36	202,85	1,25	0,00
oct-26	14	0,24	3,35	0,42	177,27	1,20	0,00
nov-09	14	0,01	0,15	0,02	211,77	0,07	0,00
nov-23	14	0,02	0,25	0,03	177,33	0,10	0,00
TOTAL	153	0,46	70,22	0,62	134,75	3,10	0,00

En la figura 4 se aprecia la diferencia significativa ($p < 0,01$) que existe entre el volumen promedio recaudado en cada dirección. Siendo mayor en casi el doble el volumen de neblina recaudado con el neblinómetro con dirección Suroeste respecto a la dirección Oeste.

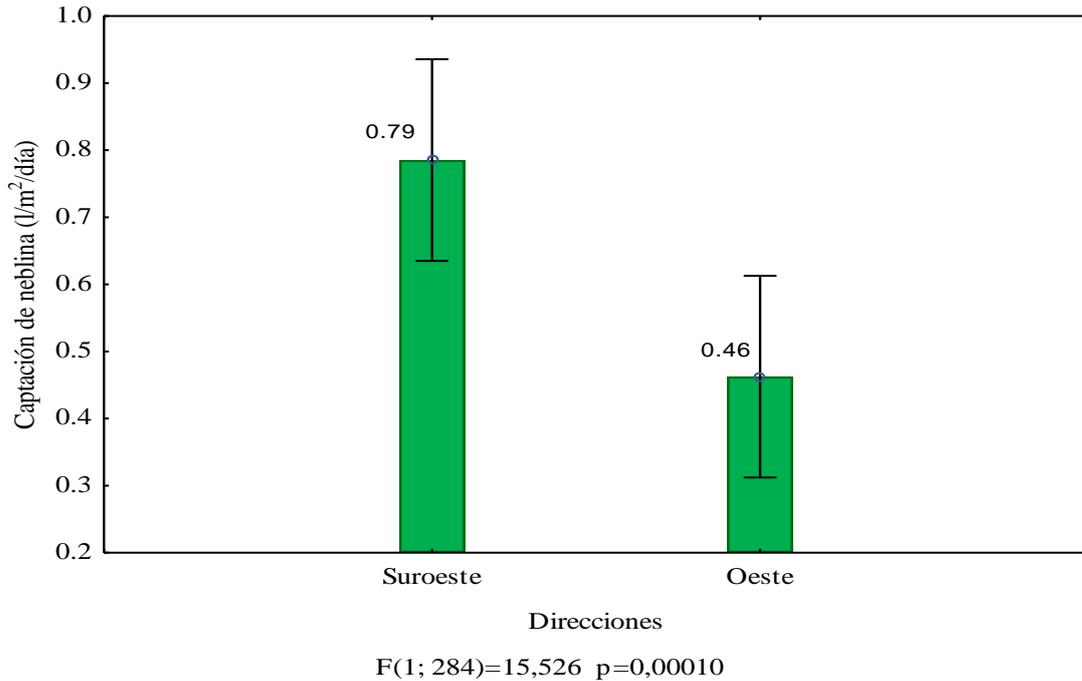


Figura 4: **Volúmenes promedio captados de agua de neblina con dirección al viento del Suroeste y Oeste durante los meses de julio a noviembre, 2016.**

En la figura 5 se puede apreciar los volúmenes acumulados para cada fecha de evaluación, mostrando una época húmeda correspondiente a las siete primeras evaluaciones, es decir los meses de julio, agosto y septiembre, y también una época seca, correspondiente a las últimas evaluaciones y a los meses de octubre y noviembre con valores de hasta cero l/m²/día.

En el Anexo 5 se detallan los valores de volumen de agua de neblina captada durante este periodo de estudio hubo días con abundante presencia de neblina, reflejándose en el agua captada. Cabe resaltar que el volumen recaudado no solo dependerá de la época o periodo de observación, sino también a las condiciones de ubicación de los neblinómetros experimentales, ya que en este estudio la altura a la que se colocó el neblinómetro estándar fue menor a la de otros estudios realizados en Lima como (Cerro Orara a 430 msnm, lomas de Lachay a 550 msnm y Quebrada Verde a 474 msnm) por ello, el promedio captado fue menor.

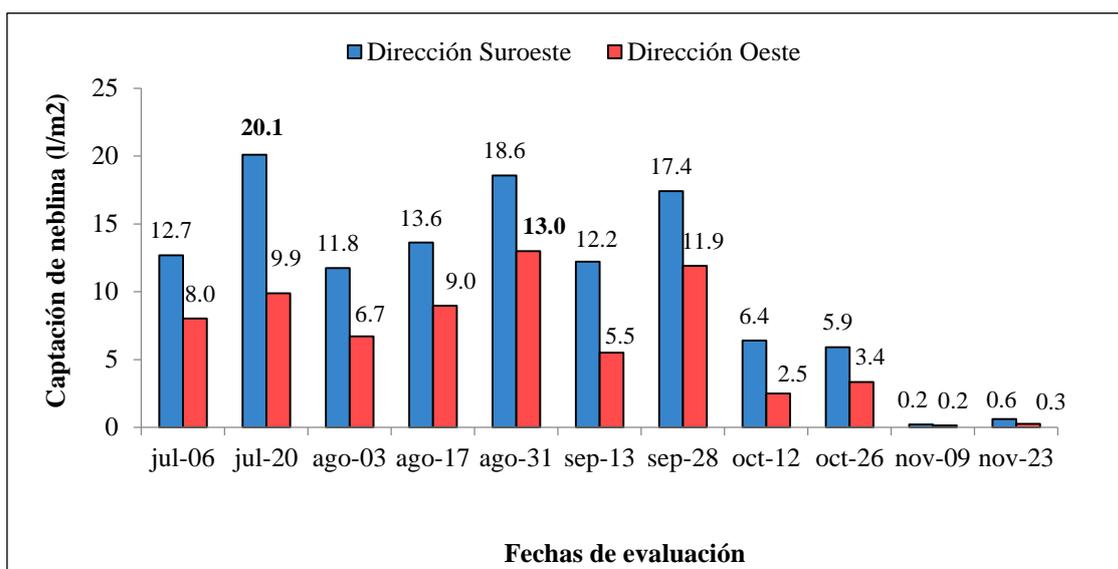


Figura 5: **Registros acumulados de captación de neblinas con dirección al viento del Suroeste y Oeste durante las fechas de evaluación para la zona de estudio.**

En cuanto al volumen de agua de neblina captado se pudo apreciar la estacionalidad en dos épocas marcadas, una época húmeda correspondiente a los meses de julio, agosto y septiembre, y una época seca correspondiente a los meses de octubre y noviembre, que fue la época en que hubo registros diarios de neblina cero l/m²/día.

En el lugar de estudio, la única fuente de humedad en la época húmeda fue la neblina, ya que el registro de precipitación fue de cero, según los datos extraídos del Servicio de Información Meteorológica del OGIMET de la estación del aeropuerto Internacional Jorge Chávez, así como en los registros obtenidos del pluviómetro en la estación ubicada cerca a los neblinómetros “SFC”.

2. CURVA ESPECIES - ÁREA

La Figura 6, muestra las curvas especie-área, donde el eje X muestra el esfuerzo de muestreo efectuado y el eje Y representa el número de especies encontradas en cada nivel de muestreo dado. Para el presente estudio se elaboró tres curvas especie-área para las tres zonas (A, B y C) evaluadas, tomando como referencia la fecha en que se presencié todas las especies de cada zona, siendo estas sep-13 para la zona A, ago-17 para la zona B y ago-31 para la zona C.

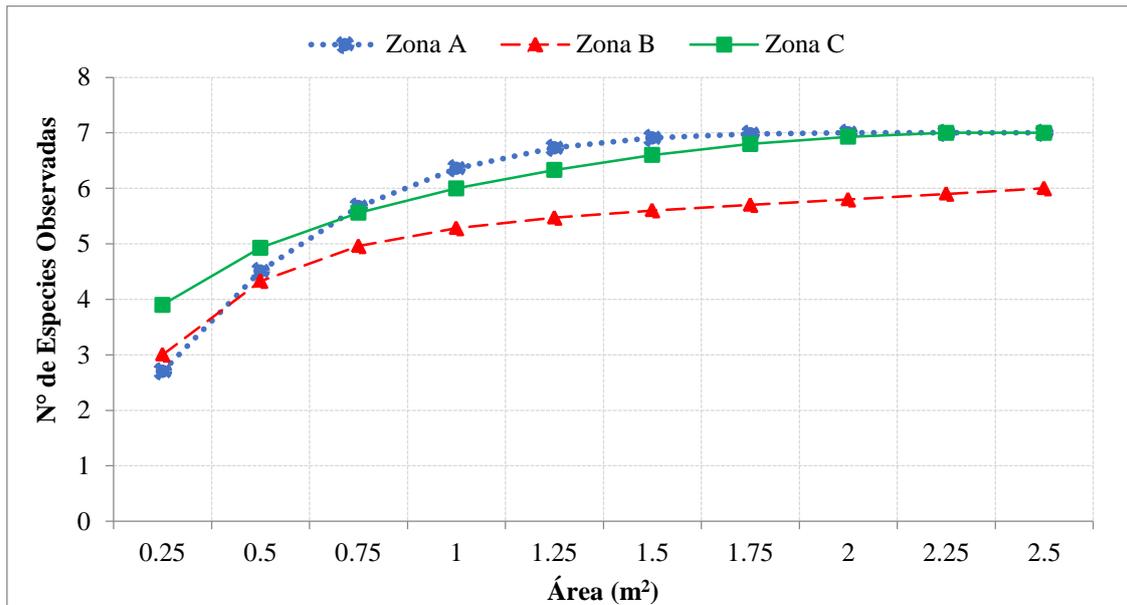


Figura 6: **Curvas especies-área para las zonas A, B y C.**

Para la zona A, la curva especies-área muestra una inflexión a partir del tercer muestreo, ya que el aumento en número de especies no es significativo y el esfuerzo es mayor para el registro de una especie adicional, de manera similar se aprecia para la zona C. Pero para la zona A, el esfuerzo de muestreo es mucho mayor que en las zonas ya mencionadas, y muestra una inflexión a partir del segundo muestreo.

Sin embargo, las curvas muestran una tendencia asintótica, como se observa en la figura 5, a partir de la parcela 7, es decir, una vez acumuladas 1,75 m² de superficie, lo cual refleja que el área muestreada fue suficiente para determinar la riqueza en lomas de Ventanilla.

3. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Durante el periodo evaluado se registraron un total de 12 especies de plantas herbáceas silvestres, agrupadas en un total de ocho familias taxonómicas. De las especies determinadas, las familias más abundantes en representantes fueron las *Solanaceae* con cuatro especies, seguida por las *Malvaceae* con dos especies. Así mismo, del total de especies encontradas, nueve son de origen nativa, siendo cinco de estas endémicas a la vez y también se encontraron tres especies exóticas tales como *Chenopodium murale*, *Poa annua* y *Parietaria debilis*, como se aprecia en la Tabla 7.

Por otro lado, dentro de las parcelas evaluadas solo se presentaron nueve especies del total, de las cuales seis estuvieron presentes en todas unidades de muestreo (zonas A, B y C), y las tres restantes, que fueron *Tetragonia crystallina* solo en la zona A, así como *Cistanthe paniculata* solo en la zona C y *Poa annua* en la zona B y C.

Tabla 7: Lista de especies herbáceas registradas en las lomas de Ventanilla de julio a noviembre de 2016.

Familia Nombre científico	Nombre común	Origen y Endemismo
Familia Aizoaceae <i>Tetragonia crystallina</i> L'Hér.	Hierba de la señorita	Nativa y Endémica
Familia Amaranthaceae <i>Chenopodium murale</i> L. *	Paico	Exótica
Familia Malvaceae <i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell <i>Palaua rhombifolia</i> R.Graham	Malva Palaua	Nativa Nativa y Endémica
Familia Montiaceae <i>Cistanthe paniculata</i> (DC.) Carolin ex M.A.Hershkovitz.	Oreja de perro	Nativa y Endémica
Familia Oxalidaceae <i>Oxalis megalorrhiza</i> Jacq.	Trébol amarillo	Nativa
Familia Poaceae <i>Poa annua</i> L.	Pasto de gallina	Exótica
Familia Solanaceae <i>Nicotiana paniculata</i> L. * <i>Nolana humifusa</i> (Gouan) I.M. Johnst. <i>Solanum montanum</i> L. <i>Solanum multifidum</i> Lam.	Tabaco silvestre Nolana Papa silvestre Papita silvestre	Nativa y Endémica Nativa y Endémica Nativa Nativa
Familia Urticaceae <i>Parietaria debilis</i> G. Forst *	Parietaria	Exótica

(*) Registro de especies que se encontraron fuera de las parcelas.

La Figura 7, muestra la riqueza florística en lomas de Ventanilla, la cual está compuesta por ocho familias, donde las más abundantes en especies fueron Solanaceae (4 especies, 33 por ciento) y Malvaceae (2 especies, 17 por ciento), típicas de lomas. En su conjunto estas dos familias representan el 50 por ciento del total de especies.

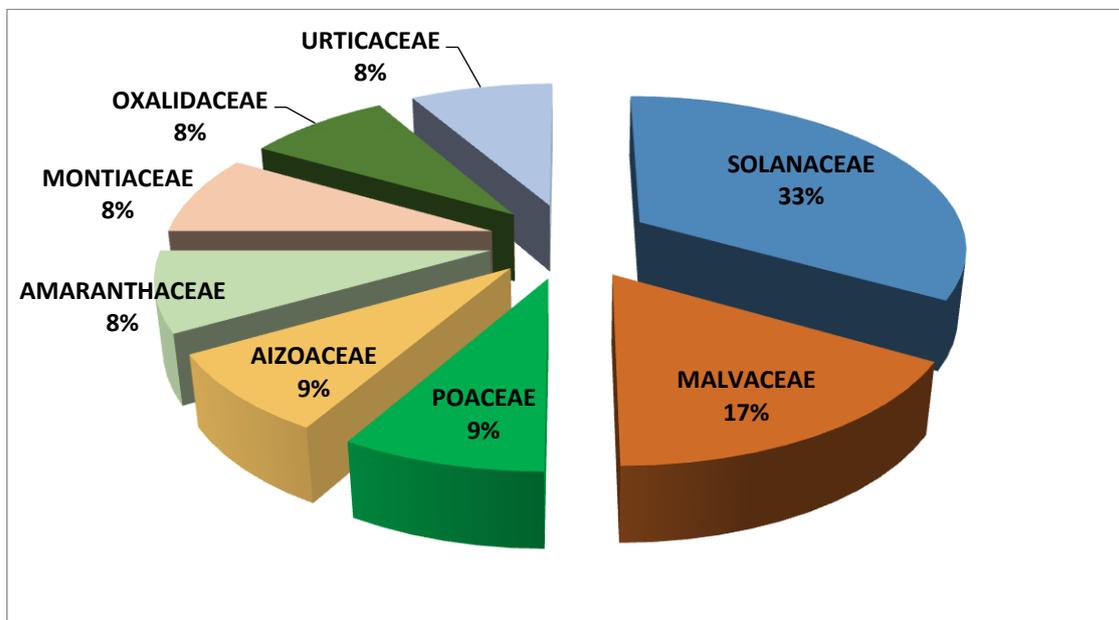


Figura 7: **Abundancia relativa de especies por familias botánicas en lomas de Ventanilla.**

4. ESTACIONALIDAD VEGETAL

4.1. ANÁLISIS TEMPORAL DE LA DENSIDAD Y COBERTURA

Es necesario precisar que para fines estadísticos los datos analizados fueron solo hasta la séptima evaluación (sep-28), ya que fue la última fecha donde se apreció vegetación en las tres zonas a la vez, como se puede apreciar en las figuras 8 y 9. Sin embargo, en la Tabla 8 se presentan los datos completos.

Tabla 8: Densidad (ind/parcela) y cobertura (%/parcela) promedio para cada unidad de muestreo.

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>Zona A</i>		<i>Zona B</i>		<i>Zona C</i>		<i>Promedio</i>	
	<i>Den</i>	<i>Cob</i>	<i>Den</i>	<i>Cob</i>	<i>Den</i>	<i>Cob</i>	<i>Den</i>	<i>Cob</i>
jul-06	138,00	2,98	291,90	7,56	83,50	1,18	171,13	3,91
jul-20	51,60	10,17	240,30	8,53	54,00	5,04	115,30	7,91
ago-03	106,20	43,43	276,50	65,55	126,80	20,46	169,83	43,15
ago-17	70,00	35,17	251,60	55,81	107,10	26,30	142,90	39,09
ago-31	88,10	32,46	210,80	53,74	103,00	23,76	133,97	36,65
sep-13	26,90	6,98	159,80	20,54	66,80	12,24	84,50	13,25
sep-28	2,78	0,97	55,50	2,83	10,90	0,78	23,06	1,53
oct-12	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,01	1,50	0,01
oct-26	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00

En cuanto a densidad se puede apreciar en la figura 8(a), la diferencia significativa ($p < 0,01$) entre números de individuos promedio de las zonas, presentando la zona B mayor número de individuos promedio, seguido de la zona C y finalmente la A. También, se puede apreciar que para estas dos últimas zonas el número de individuos promedio que presentan son menores a 100 cada una. Sin embargo, para la zona B casi presenta en promedio mayor a 200 individuos.

Así mismo en la figura 8(b), se aprecia las diferencias significativas ($p < 0,01$) en cada fecha evaluada y con una tendencia decreciente en promedio general del área en estudio. Se infiere que la densidad no solo se ve influenciada por la época húmeda, donde la neblina en la zona es abundante, sino también se debe a las características fisiográficas de cada zona.

Estas diferencias significativas de la densidad promedio a nivel factor zona y fecha, como se aprecia en las figuras 8(a) y 8(b) fueron detallados con la prueba Tukey (Ver Anexo 8) en la cual nos indica dichas diferencias con $P < 0,01$.

Sin embargo, en la figura 8(c) donde se muestra la evolución temporal de la densidad promedio las tres zonas muestran tendencia similar durante las fechas evaluadas, pues no presentaban diferencias significativas entre la interacción de ambos factores (fechas*zonas) $p = 0,43583$ (Ver Anexo 8).

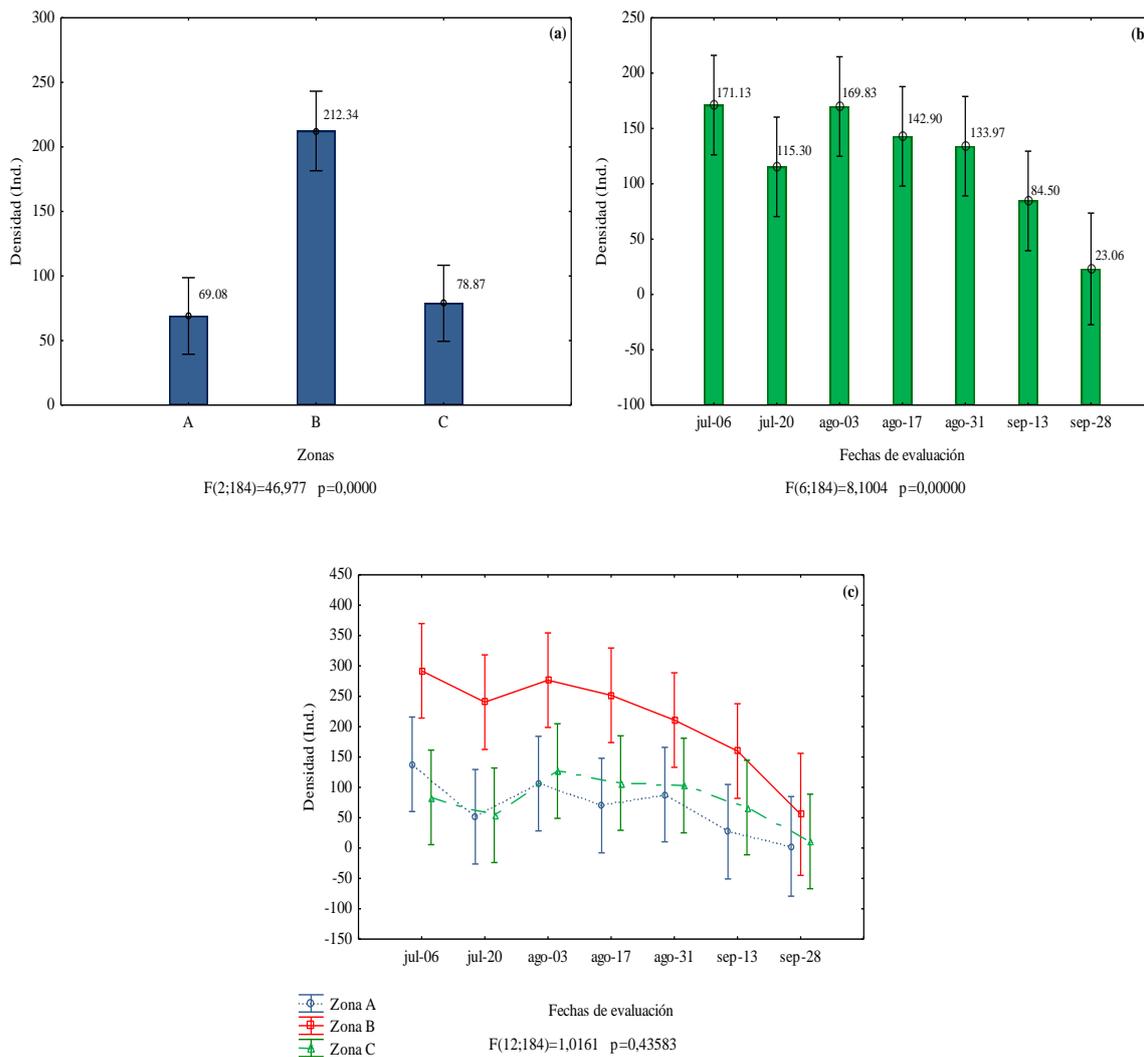


Figura 8: **Diferenciación de la densidad promedio entre zonas, fechas evaluadas y evolución temporal en las zonas A, B y C.**

En cuanto a la cobertura se puede apreciar en la figura 9(a), la diferencia significativa ($p < 0,01$) entre la cobertura promedio en porcentaje de las zonas, siendo la zona B con mayor cobertura porcentaje promedio, de 30,92 por ciento a lo largo del periodo de evaluación, seguido de la zona A con 18,90 por ciento y finalmente la C con 12,82 por ciento. Cabe resaltar, que cada especie en el área de estudio presentó diferente área de cobertura, debido a que cada una adaptaban su morfología de acuerdo a las condiciones del ecosistema.

Así mismo en la figura 9(b), se aprecia diferencia significativa ($p < 0,01$) entre la cobertura promedio en porcentaje, para cada fecha evaluada. Muestra al inicio del periodo de evaluación una tendencia creciente, para finalmente decrecer, también se aprecia que durante la tercera evaluación se apreció el valor más alto de cobertura promedio con 43,15

por ciento, correspondiente al mes de agosto, fecha en que se registró mayor volumen de neblina captada.

Estas diferencias significativas de la cobertura promedio a nivel de factor zona y fecha, como se aprecia en las figuras 9(a) y 9(b), fueron detallados con la prueba Tukey (Ver Anexo 8) en la cual nos indica dichas diferencias con $P < 0,01$.

Por otro lado, en la figura 9(c) muestra la evolución temporal de la cobertura promedio de las tres zonas, mostrando tendencia similar durante las fechas evaluadas, ya que no presentaban diferencias significativas entre la interacción de ambos factores (fechas*zonas) $p = 0,24081$ (Ver Anexo 8).

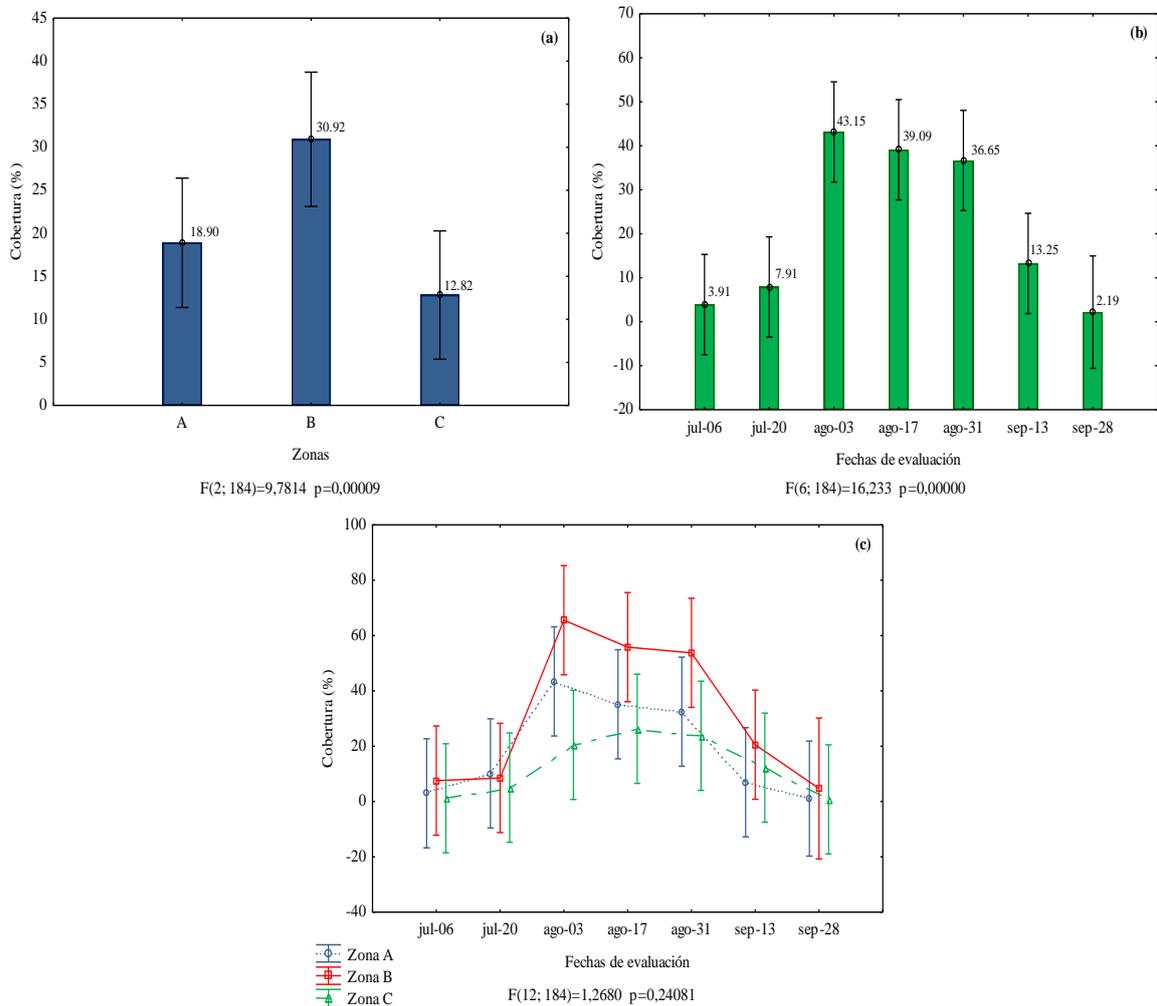


Figura 9: **Diferenciación de coberturas entre zonas, fechas evaluadas y evolución temporal en las zonas A, B y C.**

En la figura 10 se puede apreciar el comportamiento de la densidad promedio, para las zonas A, B y C, representadas por los histogramas y las coberturas promedio por curvas, a lo largo del periodo evaluado.

La figura 10(a) muestra que en la zona A la densidad presenta un comportamiento variable durante las primeras evaluaciones, con una tendencia decreciente, siendo su mayor valor promedio de 138 individuos en la primera fecha de evaluación. Sin embargo, la cobertura muestra una tendencia creciente durante las primeras fechas, correspondientes a los meses de julio e inicios de agosto, para después decrecer durante el resto de evaluaciones.

Por otro lado, en la figura 10(b) se aprecia que en la zona B la densidad muestra mayor concentración de individuos durante las primeras fechas de evaluación, correspondiente a los meses de julio, agosto e inicios de septiembre, así mismo la tendencia que muestra es decreciente, siendo su menor valor promedio de 1 individuo. Sin embargo, la cobertura muestra menores valores promedio y un comportamiento creciente durante las primeras evaluaciones, y decreciente a partir de la tercera evaluación.

En la figura 10(c) muestra el histograma de la zona C, donde la mayor cantidad de individuos se concentra durante la tercera, cuarta y quinta evaluación, correspondiente al mes de agosto, época en que la neblina es abundante, se aprecia también un comportamiento similar a la cobertura, a excepción de las dos primeras evaluaciones que muestra lo opuesto. Así mismo se puede observar la disminución abrupta tanto en densidad y cobertura durante las cuatro últimas evaluaciones.

De manera general se puede apreciar que, durante las primeras evaluaciones la densidad promedio es alta contrario a la cobertura promedio, lo cual indica que en esas fechas los individuos más abundantes presentaron menor área basal, además al ser especies efímeras, estas comenzaron su crecimiento en las primeras evaluaciones realizadas. También se puede observar que posterior a las primeras evaluaciones la densidad y la cobertura ya no se contraponen, de ello se puede inferir que es debido a la aparición de nuevas especies con desarrollo acelerado y algunas con áreas basales de mayor tamaño que otras. Finalmente se aprecia la tendencia decreciente tanto para el histograma de la densidad, así como para la curva de la cobertura, lo cual indica el cierre del ciclo de vida de las especies. Comparado con el volumen de neblina corresponde a las fechas donde la presencia de neblina tomaba valores de hasta cero $l/m^2/día$.

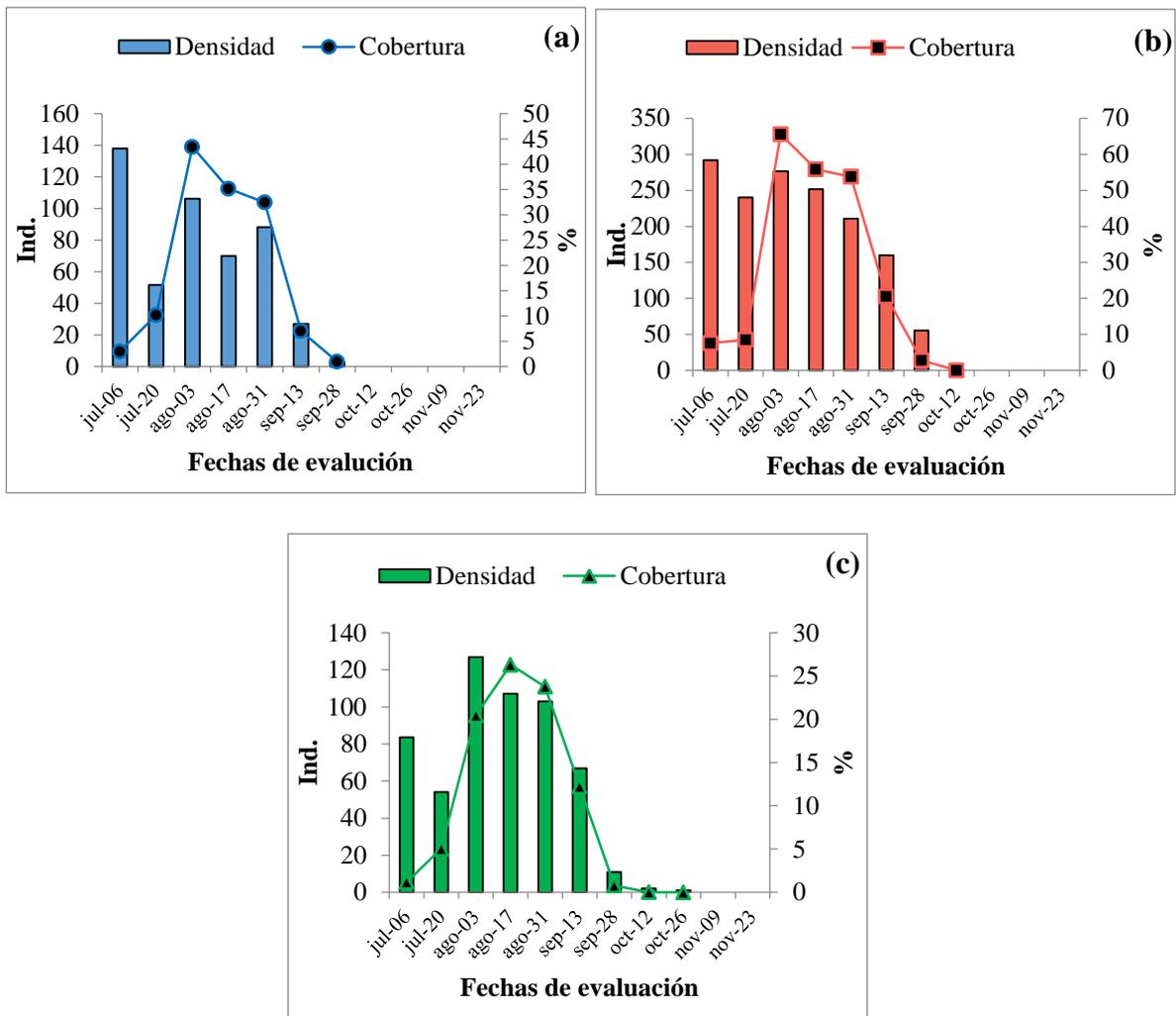


Figura 10: **Evolución temporal de la densidad y cobertura promedio en las zonas A(a), B(b) y C(c).**

En cuanto a la cobertura las zonas A y C mostraron menores valores respecto a la zona B. Sin embargo, la zona A es la segunda zona con valores altos en cuanto a cobertura, debido a la presencia de la especie *Solanum montanum* que morfológicamente presentaba diámetros mayores al resto de las otras especies y su abundancia en esta zona fue hasta tres veces la abundancia de la misma en la zona B. Siendo esta última zona abundante en la especie *Oxalis megalorrhiza* que morfológicamente mostro diámetros diminutos en comparación a la especie ya mencionada. Es necesario precisar que ambas zonas (A y B) eran favorecidas en mayor proporción por las neblinas provenientes de la dirección Suroeste.

Por otro lado, la zona C presento mayor impacto antropogénico, ya que el tránsito de personas fue mayor y además la ubicación de las parcelas se encontraban más cercanas a las viviendas colindantes de dicha zona. Así mismo, mostro menores valores de densidad,

cobertura y diversidad. Si bien es cierto esta zona predominan vientos provenientes del Oeste, lo cual indica que el volumen interceptado por la vegetación era menor, se infiere que el principal factor para mostrar valores bajos de vegetación es debido a la actividad antropogénica que generan la fragilidad de estos ecosistemas. *“Pues su fragilidad se manifiesta en la poca resiliencia que tiene para afrontar las graves amenazas antrópicas que afectan su funcionamiento, como lo son: el avance del casco urbano, sobrepastoreo, contaminación por residuos sólidos, minería no metálica, tendido de líneas eléctricas y la ampliación de la frontera agrícola”* (Llellish et al. 2015).

4.2. DIVERSIDAD DE ESPECIES

Según los índices de equidad de Shannon-Wiener y de dominancia de Simpson, la zona en estudio presenta una diversidad medianamente baja, fuertemente influenciada por la dominancia de un número reducido de especies, a pesar de presentar diferencias significativas entre las unidades de muestreo (zona), durante el periodo en estudio. Cabe resaltar que para fines estadísticos se evaluó solo hasta la séptima evaluación (sep-28), ya que fue la última fecha donde se apreció vegetación en las tres zonas a la vez, como se puede ver en la figura 11, sin embargo en la tabla 9 se puede apreciar los datos completos.

Tabla 9: Índices de diversidad para las tres unidades de muestreo de especies herbáceas durante el periodo de evaluación.

Fechas de evaluación	Zona A			Zona B			Zona C		
	S	H'	1-D	S	H'	1-D	S	H'	1-D
jul-06	3	0,21	0,07	2	0,05	0,02	3	0,07	0,02
jul-20	5	0,81	0,32	4	0,38	0,14	2	0,15	0,05
ago-03	6	1,25	0,46	5	0,75	0,31	7	0,62	0,22
ago-17	6	1,35	0,49	6	0,73	0,29	6	0,64	0,22
ago-31	6	1,20	0,43	6	0,61	0,25	7	0,64	0,21
sep-13	7	1,23	0,48	5	0,41	0,16	7	0,33	0,11
sep-28	3	0,19	0,09	1	0,00	0,00	6	0,50	0,23
oct-12				1	0,00	0,00	2	0,00	0,00
oct-26							1	0,00	0,00

S: riqueza específica, H': índice de equidad de Shannon-Wiener, 1-D: índice de Simpson.

En cuanto a diversidad de especies, según el índice Shannon-Wiener (equidad) y de Simpson (equidad), existe diferencia significativa entre la diversidad promedio de las zonas B y C respecto a la zona A, lo cual indica que esta última zona fue la más diversa a lo largo del periodo de evaluación, seguido de la zona B y C, como se puede apreciar en la figura 11(a). Así mismo, los valores promedio de estas dos últimas zonas varían desde 0,19 hasta 1,35 bits/individuo y desde 0 hasta 0,31 según los índices de Shannon-Wiener y Simpson respectivamente, es decir presentaron individuos desde 1 hasta 5 especies promedio. Sin embargo, los valores promedio de la zona A según los índices de Shannon-Wiener varía desde 0,19 hasta 1,35 bit/individuo y desde 0,07 hasta 0,49 según Simpson, con un promedio de 3 a 6 especies. Cabe resaltar que las especies tuvieron ciclos de vida diferentes y algunas con ciclos más acelerados que otras.

Por otro lado, en la figura 11(b) los índices de equidad y dominancia muestran diferencias entre cada fecha evaluada, así como una tendencia creciente en las primeras evaluaciones, hasta llegar a su máximo valor, para finalmente decrecer. Además, se aprecia que, durante la tercera y cuarta evaluación, correspondientes al mes de agosto, reportaron los valores más altos de diversidad promedio del área de estudio, esto debido a las condiciones favorables en el lugar de estudio, producto de la época de neblina.

La evolución temporal de la diversidad promedio, según los índices Shannon-Wiener y Simpson, para las tres zonas, muestran que en cada una de las zonas hubo cierta variación de la diversidad a lo largo del periodo evaluado. Además, se puede apreciar la tendencia similar que presentan las tres zonas y la diferencia significativa entre ellas. No obstante, las zonas B y C difieren en la séptima evaluación. Estas diferencias significativas de la diversidad promedio a nivel de factor zona, fecha y la interacción de ambas, como se aprecia en la figura, fueron detallados con la prueba Tukey (Ver Anexo 8) en la cual nos indica dichas diferencias con $P < 0,01$.

Complementando la información, en la Tabla 9 se puede apreciar que la diversidad es cero en la séptima evaluación para la zona B y durante las dos últimas evaluaciones en la zona C, lo cual indica que solo presentó una sola especie en dichas evaluaciones. Se puede inferir que dicho comportamiento de la diversidad a lo largo del periodo de evaluación responde a la característica efímera de las especies.

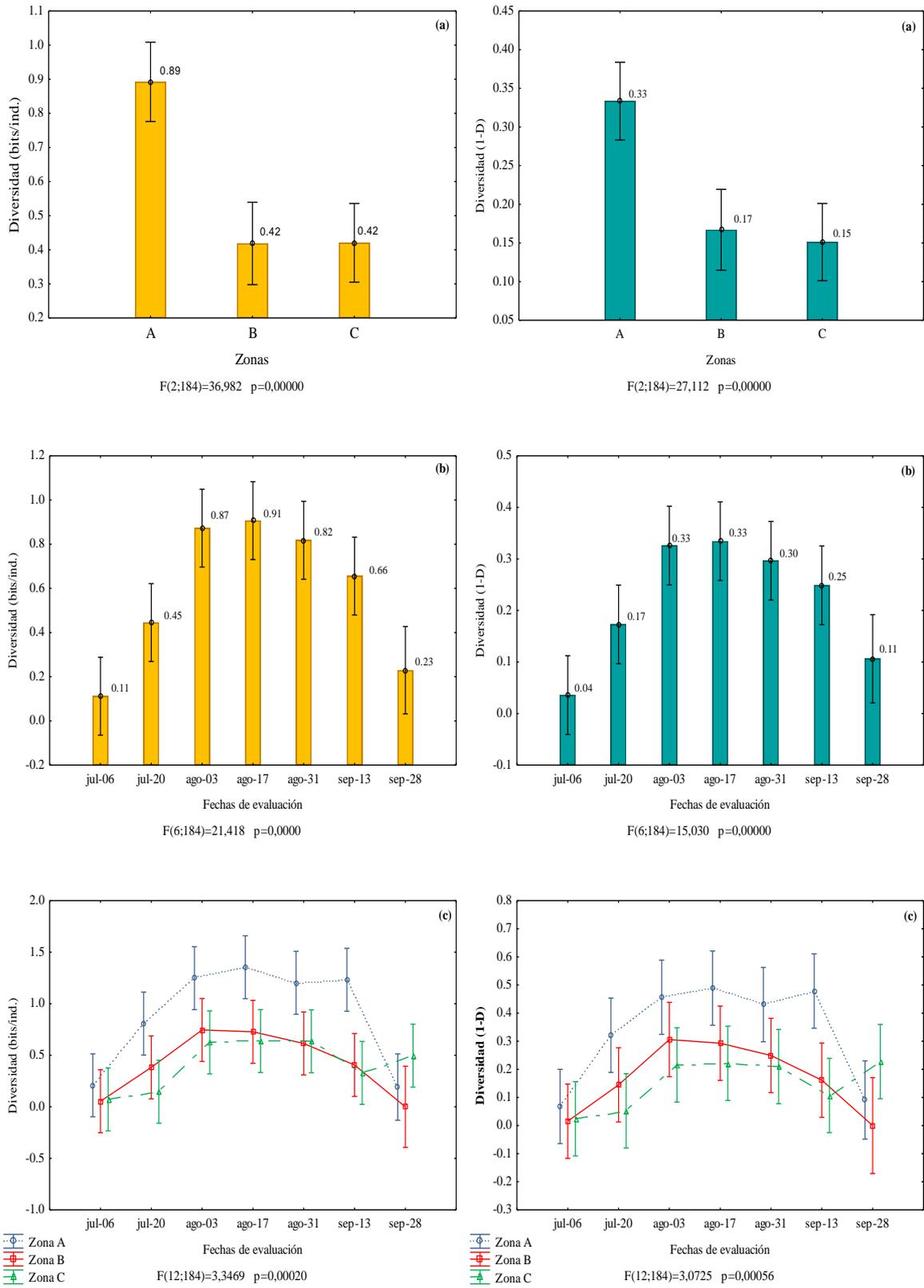


Figura 11: Secuencia temporal de la diversidad de especies (índice Shannon-Wiener y Simpson) en las zonas A, B y C.

Por otro lado, en cuanto a la diversidad la zona B y C mostraron menores valores respecto a la zona A. Si bien es cierto la zona A fueron favorecida por la neblina provenientes del Suroeste, dirección en la que se registró mayores valores de volumen captado, al igual que la zona B, estas dos zonas mostraron diferencias marcadas en cuanto a diversidad, de ello se puede inferir que la diversidad responde más al impacto por la actividad antropogénica y otros factores del sistema, que al volumen de agua de neblina captada. Pues, la zona A fue la que se encontraba menos impactada, ya que aún había presencia de rocas típicas de lomas y mostraba menor tránsito de personas. A diferencia de la zona B, donde al poco tiempo de evaluación se realizó movimiento de tierras, dándoles un efecto de borde a las parcelas ubicadas en dicha zona.

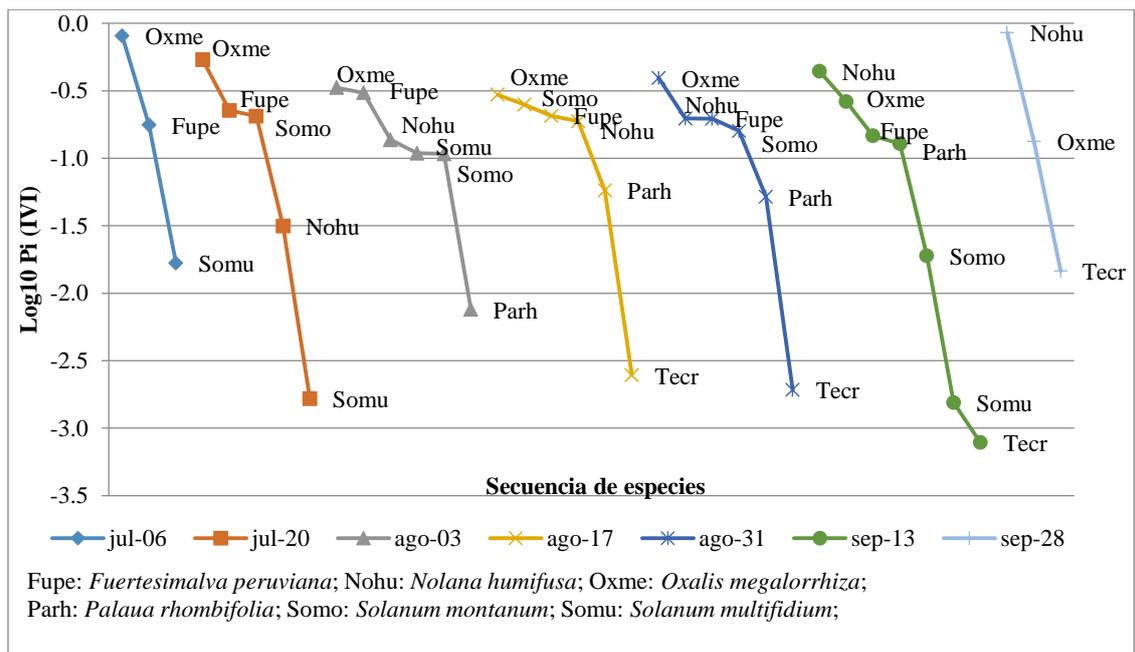
4.3. CURVAS RANGO - ABUNDANCIA

El uso de una medida de diversidad que no considere la identidad de las especies puede ser un grave error, ya que se puede perder información relevante (Feinsinger 2004). Es por ello que mediante el análisis de las curvas rango-abundancia, en base al IVI de las especies, fue posible observar gráficamente las variaciones de la diversidad dentro de las unidades de muestreo, durante las fechas evaluadas.

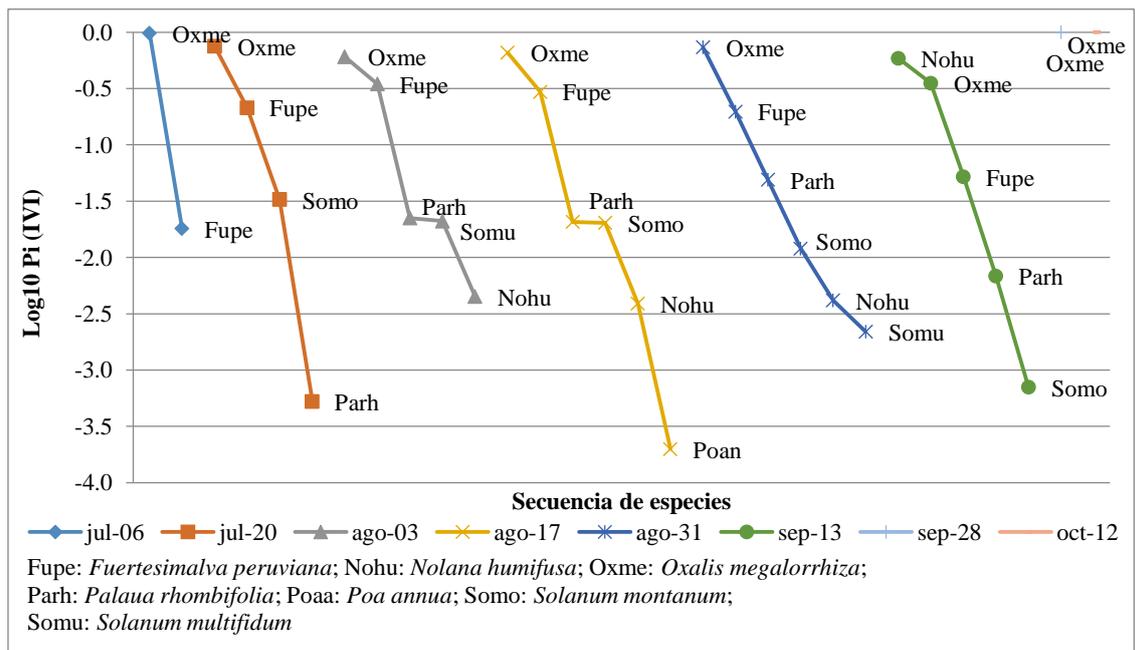
En la figura 12(a), la pendiente de la zona A indica que si bien la diversidad se encuentra influenciada por la dominancia de un grupo de especies (*Oxalis megalorrhiza*, *Fuertesimalva peruviana*, *Solanum montanum* y *Nolana humifusa*), la misma no es muy fuerte. Así mismo, la especie *Palaua rhombifolia* fue encontrada a partir de la tercera evaluación (ago-03) y posteriormente su proporcionalidad fue incrementando, afectando en la estructura de abundancias e incluyéndose entre las especies de mayor dominancia, a lo largo de la evaluación.

Se presenta en la figura 12(b), una notoria dominancia constante de las especies *Oxalis megalorrhiza*, en la zona B, seguida por *Fuertesimalva peruviana*. Sin embargo, la dominancia y presencia de esta última se ve disminuida a partir de quinta evaluación (ago-31) y ausente para las dos últimas evaluaciones. Por otro lado, la especie *Poa annua* fue encontrada solo para la cuarta evaluación (ago-17), sin realizar alguna variación en la estructura de abundancias. Así mismo, la pendiente se muestra empinada debido a la dominancia por pocas especies existentes en este hábitat y su poca equitatividad entre ellas.

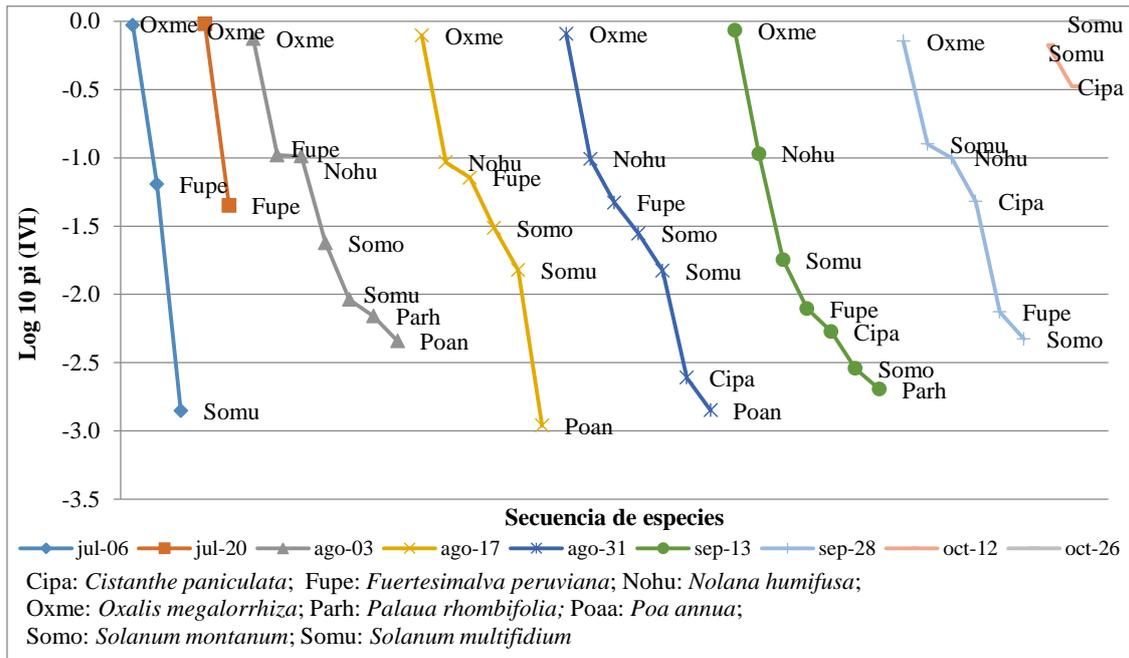
Se aprecia en la figura 12(c) que la zona C basa su dominancia debido a la especie *Oxalis megalorrhiza*, sin embargo la jerarquía del conjunto de especies (*Fuertesimalva peruviana*, *Nolana humifusa*, *Solanum montanum* *Solanum multifidum* y *Cistanthe paniculata*) pocos dominantes en esta unidad de muestreo, se mantienen durante el periodo de evaluación, afectando regularmente la estructura de abundancias. Dado que, este conjunto muestra una mayor riqueza y equidad entre dichas especies poco dominantes (menor pendiente de la curva), pero menor equidad respecto a la especie más dominante (pendiente más empinada).



(a)



(b)



(c)

Figura 12: **Curvas de rango-abundancia de las especies de la zona A(a), B(b) y C(c) durante el periodo evaluado.**

Todas las unidades de muestreo muestran una notoria dominancia de la especie *Oxalis megalorrhiza*. De manera general, estos cambios respectivos en cuanto a riqueza y equitatividad de especies también se expresa en los valores de diversidad, siendo mayor durante finales de julio hasta inicios de septiembre, debido a las condiciones favorables producto de la época de neblinas en las lomas de Ventanilla. Es necesario precisar que no todas las especies se presentaron en todas las zonas, siendo *Tetragonia crystallina* exclusiva de la zona A, *Poa annua* de la zona B y C, y finalmente *Cistanthe paniculata* de la zona C.

4.4. RELACIÓN ENTRE VOLUMEN DE AGUA DE NEBLINA Y DIVERSIDAD

La figura 13 muestra valores de correlación “r” fueron de 0,36215 y 0,38933, ambos significativamente diferentes de cero, entre el volumen captado de neblina y los índices de Shannon-Wiener y Simpson respectivamente, comportándose de manera similar ambos índices, son directamente proporcional, pero con interdependencia débil reflejado en la dispersión de sus puntos. Es decir, tienen una baja correlación, lo cual no quiere decir que la neblina no influye sobre el crecimiento de las plantas, ya que es el único ingreso de agua relevante al sistema, debido a que las lluvias son mínimas e inapreciables, y no hay un

ingreso de agua subterránea por ser especies efímeras. Por lo que se infiere que existen otros factores más relevantes asociados a la diversidad, como las condiciones físicas a la que se encontraba expuesta el área de estudio.

Según la investigación de Sotomayor y Jiménez (2008) la neblina fue la más relacionada al desarrollo de las comunidades vegetales en su estudio realizado en las lomas de Atiquipa, y presento una relación directa con el número total de individuos y de manera inversa con la diversidad de Shannon-Wiener.

Sin embargo, Teixeira (2000) señala que la correlación de la diversidad específica y la humedad relativa es mucho menor a la correlación con la precipitación y temperatura, en su estudio realizado en las lomas de Lachay.

Dicho resultado contrasta con lo reportado en este estudio. Además, se puede inferir que el volumen de agua de neblina captado se asocia en mayor proporción a la densidad siendo esta una variable cuantitativa.

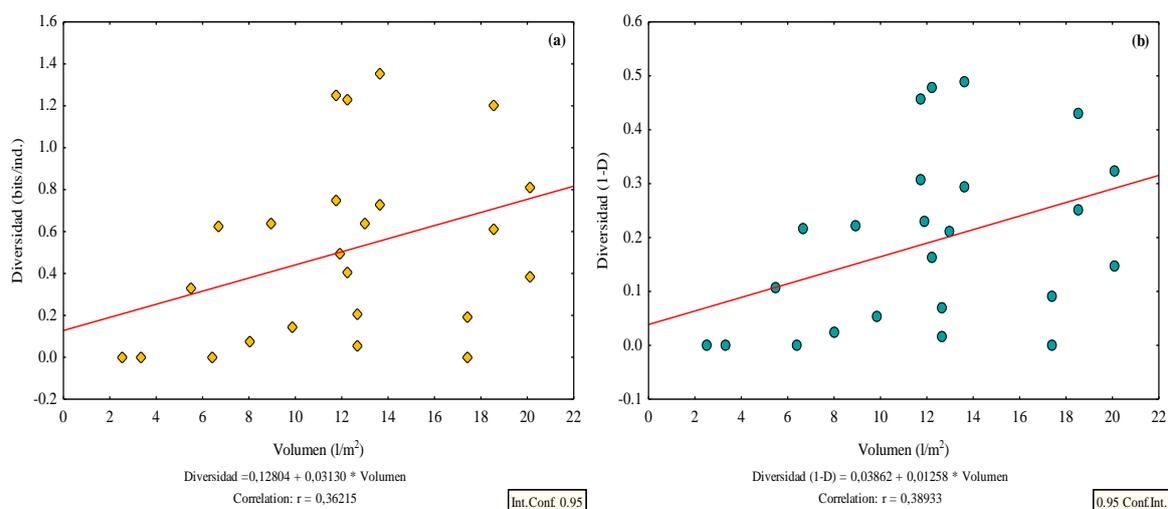


Figura 13: **Correlación entre el volumen de agua de neblina captado y la diversidad.**

Este estudio reporto una correlación significativa diferente de cero entre el volumen de agua de neblina captada y la diversidad, aunque con una interdependencia débil. De manera similar, ocurrió con la fenología, mostrando mayor asociación en la fase fenológica de floración, pues a mayor volumen de neblina, mayores individuos en la fase de floración. Cabe resaltar, que si bien la fenología fue una aproximación visual, nos da una referencia

del número de individuos en las diferentes fenofases. Dicho esto, se infiere que la densidad de las especies es sensible a los efectos de neblina.

5. ANÁLISIS DE FENOLOGÍA

En la figura 14 se aprecia que en la mayoría de especies analizadas dentro de las parcelas fue posible apreciar una secuencia fenológica durante el periodo de estudio. Así mismo otras especies parecieron mostrar una secuencia interrumpida, entre ellas *Tetragonia crystallina*, *Poa annua* y *Cistanthe paniculata*. Cabe resaltar que cada especie mostraba sus diferentes fases fenológicas en diferentes tiempos, cumpliendo su ciclo durante el periodo evaluado.

Dicho lo anterior, las especies *Fuertesimalva peruviana*, *Oxalis megalorrhiza* y *Solanum multifidum*, fueron las primeras encontradas en la fase vegetativa en la primera evaluación (jul-06) correspondiente a inicios del mes de julio, y manteniéndose en dicha fase *Fuertesimalva peruviana* y *Oxalis megalorrhiza* hasta la cuarta evaluación (ago-17) correspondiente a la quincena de agosto, a diferencia de la última especie que su fase vegetativa se prolongó hasta la quinta evaluación (ago-31) correspondiente a finales del mes de agosto. Por otro lado, la fase de floración, iniciada luego de la vegetativa de cada especie culminó en la sexta evaluación (sep-13) correspondiente a la quincena de septiembre. Así mismo, la fase de fructificación para dichas especies se evidenció durante las evaluaciones (sep-13 y sep-28), luego la defoliación comenzó con *Fuertesimalva peruviana*, seguida de *Oxalis megalorrhiza* y finalmente *Solanum multifidum*, siendo esta especie la última en desaparecer durante el periodo de evaluación.

Similares comportamientos presentaron las especies *Nolana humifusa*, *Palaua rhombifolia* y *Solanum montanum*. Sin embargo, dichas especies retardaron su presencia en las parcelas evaluadas. Por lo que, iniciaron su fase vegetativa en la segunda evaluación (jul-20) correspondiente a la quincena del mes de julio. Por otro lado, las floraciones de dichas especies fueron simultáneas y se apreciaron desde la cuarta evaluación (ago-17) correspondiente a la quincena de agosto, hasta sexta evaluación (oct-12) para las dos primeras y hasta la quinta evaluación (ago-31) para la última. Además, se puede apreciar para la fase de fructificación y defoliación periodos más cortos y acelerados, siendo *Palaua rhombifolia* unas de las primeras especies en terminar su ciclo.

A diferencia del resto, *Cistanthe paniculata*, *Poa annua* y *Tetragonia crystallina* no fue posible apreciar todas sus fenofases. Sus apariciones lo realizaron en la quinta, tercera y cuarta (ago-31, ago-03 y ago-17) evaluación respectivamente.

De manera general las fases fenológicas de las especies herbáceas en lomas de Ventanilla, se apreció la fase vegetativa desde inicios del mes de julio hasta agosto, la fase de floración desde la quincena de agosto hasta septiembre, época en la que se registró la máxima humedad en la zona y fructificación hasta inicios de octubre, y posteriormente apreciarlas en su fenofase de defoliación. Se infiere que este ciclo tan acelerado se asocia en gran parte a la disponibilidad de humedad, pero también a los distintos factores meteorológicos. Ya que dichas plantas adaptaron su morfología, como su tamaño (menor altura y diámetros) a las condiciones del lugar.

Para este estudio, las especies en su mayoría iniciaron su ciclo de vida principios de julio, culminándola finales de octubre. Este resultado se contrapone a lo reportado por Torres y López (1981), estos autores realizaron un seguimiento de las fases fenológicas de las lomas de la Costa Central, encontrando que las herbáceas en un ciclo normal, inician su fase vegetativa en junio y julio, florecen desde julio hasta octubre época que coincide con la época húmeda, y en los meses de noviembre y diciembre entran fructificación y semilleo.

De la misma manera con lo reportado por Arias (1990) quien señala, que las especies herbáceas en su estudio realizado en lomas de Atiquipa-Arequipa, en su mayoría iniciaron su ciclo de vida durante el mes de agosto, culminándola con la producción de semillas a fines de noviembre (26 especies) y abril (5 especies) y los periodos de floración de muchas especies se centraron dentro de los meses de setiembre y octubre.

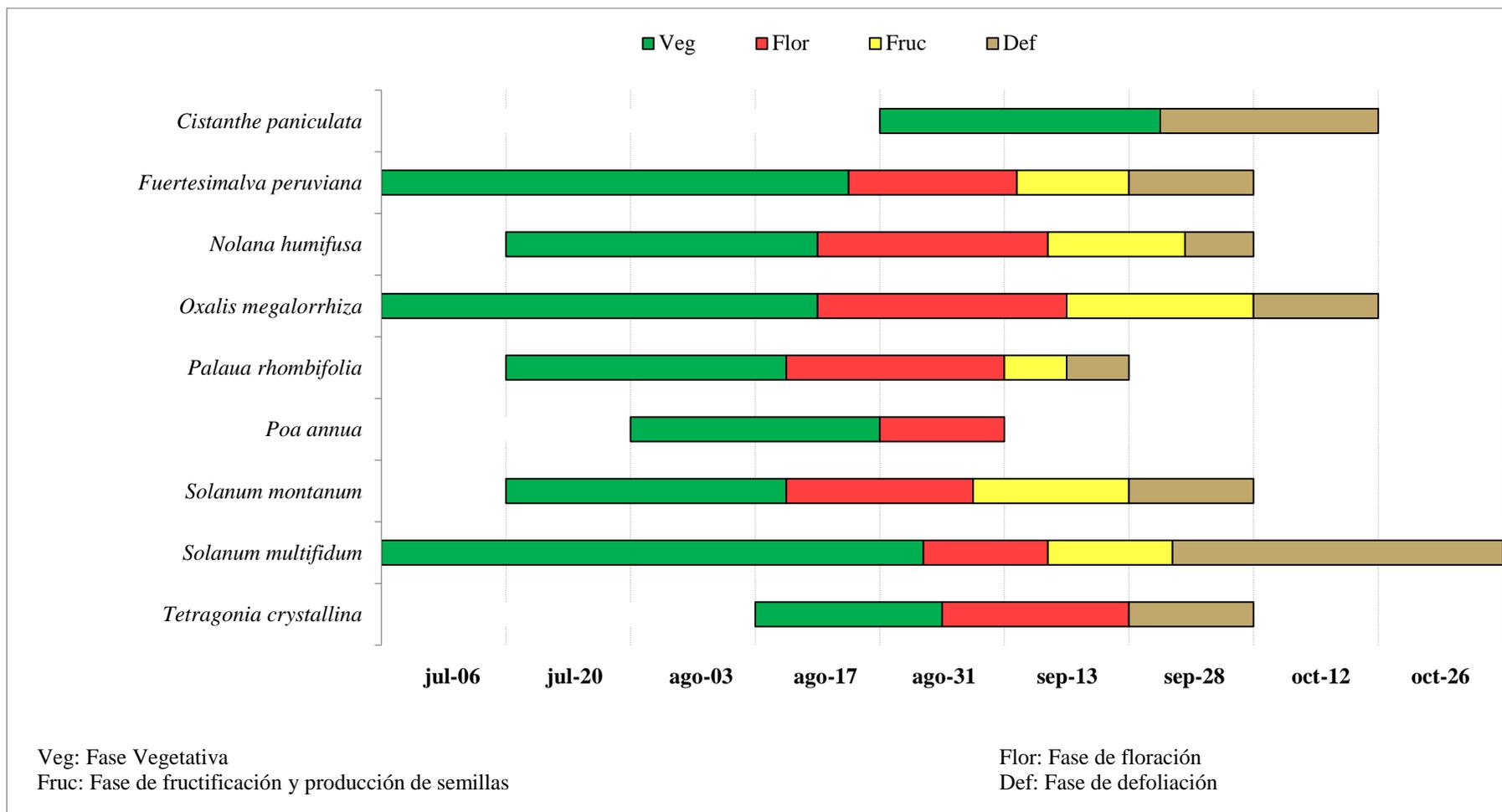


Figura 14: Fenología de las especies herbáceas durante el periodo evaluado.

5.1. RELACIÓN ENTRE VOLUMEN DE AGUA DE NEBLINA Y FENOLOGÍA

En la tabla 10 se puede notar que el volumen de agua captado presenta correlación significativa distinta de cero con las proporciones de plantas en cada fase fenológica, siendo mayor la asociación de este volumen con la proporción de plantas en la fase de floración.

Tabla 10: Resumen de correlaciones “r” y su respectivo p-valor (entre paréntesis) para la hipótesis nula de correlaciones inexistente.

ESPECIES	Correlación del volumen de agua captado con la proporción de plantas en cada fenofase				Correlación Vol vs. Fen
	VEG	FLOR	FRUC	DEF	
<i>Oxalis megalorrhiza</i>	0,5123	0,4020	0,1450	0,1889	0,7152
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0083)	(0,0006)	(0,0000)
<i>Fuertesimalva peruviana</i>	0,3917	0,3395	0,0782	0,1349	0,4984
	(0,0000)	(0,0000)	(0,1559)	(0,0142)	(0,0000)
<i>Solanum montanum</i>	0,2645	0,2534	0,2089	0,2153	0,4506
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0000)
<i>Palaua rhombifolia</i>	0,0886	0,2775	0,0898	0,0261	0,2711
	(0,1083)	(0,0000)	(0,1036)	(0,6369)	(0,0001)
<i>Nolana humifusa</i>	-0,1833	0,2896	0,0218	0,0202	0,2431
	(0,0192)	(0,0002)	(0,7827)	(0,7983)	(0,0837)
<i>Tetragonia crystallina</i>	0,0782	0,1077	*	0,0666	0,1427
	(0,1562)	(0,0506)		(0,2273)	(0,1510)
<i>Solanum multifidum</i>	0,0363	0,1361	-0,0579	0,0286	0,1317
	(0,5112)	(0,0134)	(0,2939)	(0,6042)	(0,3350)
<i>Poa annua</i>	0,0563	-0,0058	*	*	0,0394
	(0,3081)	(0,9165)			(0,9169)
<i>Cistanthe paniculata</i>	0,0296	*	*	0,0059	0,0092
	(0,5918)			(0,9151)	(0,0988)
GLOBAL	0,2050	0,2447	0,0788	0,0959	0,2941
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0002)	(0,0000)	(0,0000)

* No se encontraron plantas en esta estación y no fue posible el cálculo de la correlación.

Analizando de manera desagregada por especies, solamente las especies *Oxalis megalorrhiza* y *Solanum montanum* presenta asociación positiva (a un nivel de significación de 0,05) entre el volumen de agua captado y la proporción de plantas en cada una de las fases fenológicas. Así mismo, estas dos especies junto a *Fuertesimalva peruviana* y *Palaua rhombifolia* son las que más representan a una correlación global significativamente distinta

de cero entre el volumen de agua captado y la fenología (las cuatro fenofases). Al analizar cada estación por separado se tiene que:

El volumen de agua captado se encuentra asociado de manera positiva con la proporción de plantas en la fase vegetativa en el caso de las especies *Solanum montanum*, *Fuertesimalva peruviana* y *Oxalis megalorrhiza*, siendo la asociación más alta para esta última especie. De manera contraria, la especie *Nolana humifusa* presenta la única asociación negativa en el estudio, aunque no es tan fuerte.

La proporción de plantas en la fase de floración, en casi todas las especies (exceptuando *Cistanthe paniculata* y *Poa annua*) está asociada de manera positiva con el volumen de agua captado por el neblinómetro.

Para la proporción de plantas en la tercera fase fenológica, solo dos especies tienen asociación positiva entre esta proporción y el volumen de agua captado: *Oxalis megalorrhiza* y *Solanum montanum*. Para la última fenofase o defoliación, los resultados son similares añadiendo el hecho de que la proporción de plantas de *Fuertesimalva peruviana* en defoliación también está asociada positivamente al volumen de agua captado.

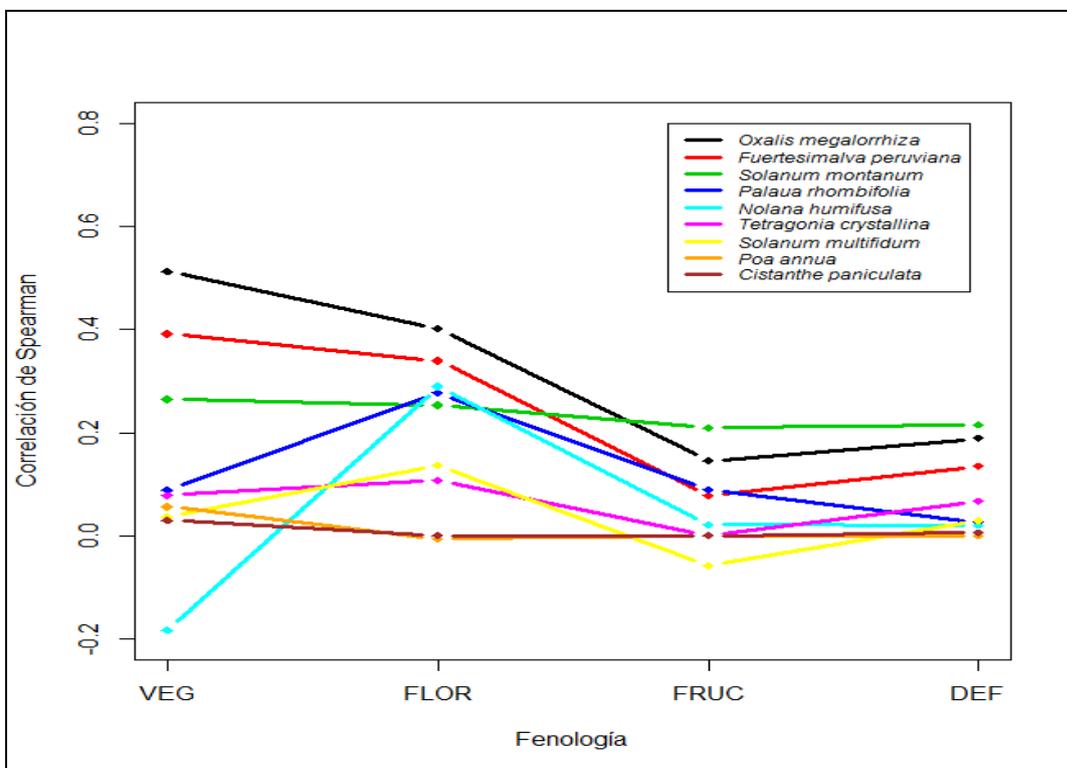


Figura 15: Evolución de la correlación de Spearman.

Al observar gráficamente la evolución de la correlación de Spearman se nota una tendencia a que esta disminuya durante las tres primeras fenofases, estabilizándose entre la fase de fructificación y defoliación, como se muestra en la figura 15.

6. ANÁLISIS DE SUELOS

El tipo de suelo en que se desarrolla la flora silvestre de lomas de Ventanilla es de clase textural Arena Franca (A. Fr.) según el análisis realizado en el laboratorio LASPAF de la Universidad Nacional Agraria la Molina (Ver Anexo 9), tiene 7,69 de pH es decir ligeramente alcalino y con una fuerte salinidad de 8,12 dS/m. Pues, la ubicación de la loma se encuentra en una zona de transición marino-continental y está altamente influenciada por la brisa marina. En cuanto al contenido de materia orgánica considerado como bajo con 0,29 por ciento, al igual que el contenido de fósforo disponible con 2,1 ppm y 271 ppm de potasio considerado como alto según su clasificación. También, muestra un porcentaje alto de Saturación de bases.

Según la investigación de Tinoco (1969) las lomas de Lachay se caracterizan por su condición de suelo arenoso. Así mismo, Quispe (1996) menciona que los suelos de las lomas de Atiquipa se caracterizan por ser muy permeables, ligeramente salinos y de baja fertilidad. No obstante, Watson (2006) menciona que los suelos de las lomas de Amancaes presentan una clase textural Franco, no salino y con alto porcentaje de materia orgánica, fósforo y potasio disponible. Cabe resaltar que las lomas mencionadas, por su ubicación, poseen distintas características climáticas y fisiográficas. Sin embargo, lo mencionado por dichos autores no dista de lo reportado en este estudio.

Las lomas de Ventanilla se encuentran entre 200-400 metros sobre el nivel del mar, correspondiente a la zona de vegetación herbácea y epífita según el perfil típico de las lomas realizado por Ellenberg en 1959. El tipo de vegetación predominante en esta loma, se debe también a la topografía del terreno, la textura del suelo siendo Arena Franca y de baja fertilidad lo reportado en este estudio, coincidiendo con la investigación de Flores y Bryant (1989) donde mencionan que, en las partes planas de textura arenosa, se secan rápidamente debido a que reciben menos humedad, entonces la vegetación es baja, más dispersa y más xerofítica. Sin embargo, en las colinas a medida que se elevan son de mayor porte (Flores y Bryant 1989).

V. CONCLUSIONES

- 1) Se registró un total de 12 especies herbáceas en lomas de Ventanilla, agrupadas en ocho familias taxonómicas, siendo Solanaceae la familia más abundante en especies (4 especies, 33 por ciento). Sin embargo, *Oxalis megalorrhiza* de la familia Oxalidaceae, fue la especie con mayor densidad de individuos durante el periodo de estudio.
- 2) En su mayoría las especies iniciaron su ciclo de vida en julio y culminaron a finales de septiembre e inicios de octubre. Se evidenció un ciclo fenológico corto en *Cistanthe paniculata*, *Poa annua* y *Tetragonia crystallina*, las mismas mostraron una secuencia interrumpida de sus fases fenológicas.
- 3) Existe una baja correlación entre el volumen de agua de neblina captada y los valores de los índices de Shannon-Wiener, Simpson y la fenología (Correlación de Spearman), y también débil interdependencia. La correlación con la fenología estuvo más asociada a la fase de floración y a nivel de especies la asociación más alta la mostró con *Oxalis megalorrhiza* en su fase vegetativa, de manera contraria y como únicos casos las especies *Nolana Humifusa* y *Poa annua* presentaron asociaciones negativas.
- 4) Las lomas de Ventanilla poseen un suelo con clase textural Arena Franca, ligeramente alcalino y alta salinidad. También, presenta bajo porcentaje de materia orgánica, fósforo y alto contenido de potasio disponible. Siendo la textura propicia para este tipo de vegetación estacional y efímera, con raíces poco profundas y adaptaciones morfológicas dada las condiciones físicas del ecosistema.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la instalación de una estación meteorológica portátil, como parte de una red a futuro, para obtener datos con mayor precisión a escala macro y así monitorear la climatología de la zona. De modo que se pueda identificar que otras variables climáticas se encuentran asociadas a este tipo de vegetación y obtener un patrón común del comportamiento de la flora silvestre de lomas.
- Se recomienda realizar las evaluaciones de la vegetación cada siete días o en un periodo menor para descartar la inhibición de fenofases en las especies con ciclos acelerados y cortos. Sin embargo, para las medidas de abundancia (densidad y cobertura) y diversidad, se recomienda evaluaciones mensuales, y correlacionarlas con las variables climáticas por meses.
- Verificar si los ciclos vegetativos de las especies encontradas en este estudio son cada año o si algunas se encuentran en estado de dormancia y prolongan su aparición por más tiempo. Así como, un registro de las posibles especies que no se encontraron durante el periodo de evaluación e hicieron su aparición en otra época.
- Para el este estudio, la única dependencia de la humedad evaluada fue a través de los neblinómetros, por lo que se recomienda realizar un estudio de retención de humedad del suelo en lomas de Ventanilla, en la época húmeda, ya que también es un factor determinante para el desarrollo de la vegetación predominante.
- Evaluar la intercepción de neblina en la planta versus la captación de neblina a través de neblinómetros para estimar el volumen de agua captado y disponible para la planta.
- La vegetación herbácea de las lomas de Ventanilla está fuertemente influenciada por el crecimiento demográfico, que es un factor importante en la reducción progresiva de la diversidad, por lo que se sugiere incorporar acciones inmediatas para la conservación de estos ecosistemas.

- Se recomienda usar esta investigación como base para estudios futuros en agua de neblina, de modo que sea una fuente alternativa de abastecimiento de agua a los pobladores.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apéstegui, JG. 1992. Análisis de la vegetación en las partes altas de las Lomas de Atiquipa. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 115 p.
- Aránguiz, G; Morales, F; Nieto, JM; Silva, G. 2009. Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile (en línea). Santiago, CL. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en: https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj06tajt6_WAhUBKyYKHyeZD6cQFggI1MAA&url=https%3A%2F%2Fwww.u-cursos.cl%2Ffau%2F2010%2F1%2FDIT-503%2F1%2Fmaterial_docente%2Fbajar%3Fid_material%3D453794&usg=AFQjCNEYDofmj8dUIRhi5jdUTsHPWDWClg
- Arcos, F. 2008. Estudios de la agroquímica del suelo. Riobamba, EC. 115 p.
- Arias, CA. 1990. Productividad primaria, estacionalidad y uso de la vegetación de las lomas de Atiquipa – Departamento de Arequipa. Tesis Lic. Biología. Lima, PE, UNALM. 117 p.
- Bonavia, D. 1991. Perú, Hombre e Historia: De los orígenes al siglo XV. PE. Edubanco. v. 2: 11-49.
- Brack, A. 1986. Gran Geografía del Perú: Las Ecorregiones. Lima, PE. Tomo VI.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. Rosario, ES. 820 p.
- Bravo-Nuñez E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. México D. F., MX. Revista Hidrobiológica. 1(1): 87-93.
- Bruijnzeel, LA; Frumau, A; Tobón, C. 2006. Final Technical Report DFID-FRP Project no. R7991. Cloud forest hydrology. DFID-FRP. 164 p.
- Cereceda, P; Schemenauer, M. 1992. An alternative water supply for Chilean coastal desert villages. International Journal. J. Water Resources Development, 8: 53-59.

- CONAM (Consejo Nacional del Ambiente). 1999. Perú Megadiverso. Prioridades en uso y conservación de la biodiversidad para el desarrollo sostenible. Lima, PE.
- Contreras, V. 2012. Informe final: Diseño, construcción y evaluación de un prototipo mejorado de atrapanieblas en el distrito de Ventanilla – Callao. UNAC. Lima, PE. Consultado 17 mar. 2017. Disponible en: http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_CONTRERAS%20TITO_FIME.pdf
- Dillon, MO; Nokosawa, M; Leiva, S. 2003. The lomas formations of Coastal Peru: Composition and Biogeographic. In has, J; Dillon, M. eds. El Niño in Peru: Biology and Culture over 10,000 years. Fieldiana Botany New Series. no. 43: 1-9.
- Durán, R. 1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. Acta Botánica Mexicana, MX. no. 31: 73-84.
- Feinsinger, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, BO. 243 p.
- Ferreya R. 1986. Flora y vegetación del Perú. Gran Geografía del Perú. v 2. Editorial Manfer-Juan Mejía Baca, ES.
- Figueroa, R; Jaksic, F. 2004. Latencia y banco de semillas en la región mediterránea de Chile central. Revista Chilena de Historia Natural. Sociedad Biológica de Chile. Santiago, CL. no. 77: 201-215.
- Flores, MA; Bryant, F. 1989. Manual de pastos y forrajes. Dirección General de Investigación Pecuaria. Programa de Investigación de Pastos y Forrajes. Lima, PE. 43-44 p.
- Golluscio, R; Cavagnaro, F; Valenta, M. 2011. Arbustos de la estepa Patagónica: ¿adaptados a tolerar la sequía o el pastoreo? Revista Ecológica Austral. Asociación Argentina de Ecología. Buenos Aires, AR. no. 21: 61-70.
- Gonzales, SM; Torres, J. 2009. Gestión ambiental de las tierras secas del Sur del Perú: Cosecha del agua de neblinas en Lomas de Atiquipa. Revista de Ingeniería hidráulica y ambiental. vol. XXX. no 3. 2009. Consultado 15 abr. 2017. Disponible en: <http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/70/48>

- Graf, E; Sayagués, L. 2000. Material didáctico: Muestreo de la vegetación. UDELAR. Montevideo, UY. Consultado 22 de mar. 2017. Disponible en: https://documentop.com/muestreo-de-la-vegetacion_59861dd81723ddb404628570.html
- Grime, P. 1989. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Editorial Limusa. México D.F., MX. 291 p.
- Holder, C. 2004. Rainfall interception and fog precipitation in a tropical montane cloud forest of Guatemala. *Forest Ecology and Management*. no. 190: 373–384.
- Jiménez, M; Jiménez, P. 2000. Notas preliminares sobre la frecuencia y densidad de las especies anuales de las lomas de Mejía. En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. Instituto Regional de Ciencias Ambientales y UNESCO. Arequipa, PE. 251-252 p.
- Krebs, CJ. 1985. *Ecología*. Edit Harla Segunda Edición, MX. 753 p.
- Lamprecht, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte Sur Oriental del Bosque Universitario "El Caimital". *Revista Forestal Venezolana*, VE. 7 (10-11): 77-119.
- Llellish, M; Odar, J; Trinidad, H. 2015. Guía de Flora de las Lomas de Lima. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, PE 168 pp. Doi: 10.13140/RG.2.1.4431.0564
- Magurran, AE. 1987. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Edición VEDRA. Bangor, US. 200 p.
- _____. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey, US.
- Margalef, R. 1982. *Ecología*. Barcelona, ES. 951 pp.
- Matteuci, S. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Universidad Nacional Francisco de Miranda. Estado de Falcon, Caracas, VE.
- Matteucci, S; Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C., US. 169 p.

- Medina, JA. 2010. Evaluación del potencial de captación y aprovechamiento de agua de niebla en Quebrada Verde, Pachacamac-Lima. Tesis Ing. Ambiental. Lima, PE. UNALM. 168 p.
- Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología, 2000. Ecología y Desarrollo Sostenible: Reto de América Latina para el Tercer Milenio. Eds. P Jiménez; C Talavera; L Villegas; A Ortega; F Villasante. Arequipa, PE. 274 p.
- Mendoza, VA; Eusebio, RL. 1994. Ecología y aspectos sociales de las Lomas de Lurín entre 1991 y 1993. Revista Científica y Cultural, Boletín de Lima, PE. 16: 91-96, 43-45.
- Merino, AL. 2017. Tratamiento de agua de neblina usando filtros cerámicos con fines de consumo humano en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Callao. Tesis Ing. Agrícola. Lima, PE, UNALM. 140 p.
- Milla, R. 2005. Fenología y variaciones estacionales de nutrientes en fanerófitos mediterráneos. Revista Ecosistemas, ES. 3(3): 1-5.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2013. RM N° 0275-MINAGRI. Reconocen y disponen la Inscripción en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio de Agricultura, de las Lomas de Lúcumo, ubicada en el Departamento de Lima, PE. Lima 01 de agosto del 2013. El Peruano Normal legales: 500612-500613. PE.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, ES. 84 p.
- Mostacedo, B; Fredericksen, S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, BO. 87 p.
- Mostacero, J; Mejía, F; Peláez, F. 1996. Fitogeografía del Norte del Perú. Serie Ciencias – CONCYTEC. Lima, PE. 406 p.
- _____; Mejía, F; Zelada, W; Medina, C. 2007. Biogeografía del Perú. Asamblea Nacional de Rectores. PE. 374 p.
- Muchaypiña, J; Orellana, A. 2006. Informe anual de Botánica. 20 p. Consultado 12 abr. 2017. Disponible en: <https://www.kew.org/science/tropamerica/peru/Informe%20Anual%20de%20Bot%C3%83%C2%A1nica%202006-2007.pdf>

- Muñoz-Schick, M; Pinto, R; Mesa, A; Moreira-Muñoz, A. 2001. "Oasis de neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista Chilena Hist. Nat.*, CL. v. 74(2): 389-405.
- Newstrom, LE; Frankie, GW. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, CR. *Biotrópica*, 26(2): 141-159.
- Odum, E. 1980. La diversidad como función del flujo de energía. En: van Dobben W. & Lowe-McConnell R., eds. *Conceptos unificadores en ecología*. Barcelona, ES. 14-18 p.
- Oficina Acondicionamiento Territorial de la Región Callao, PE. 2011. *Microzonificación ecológica económica: Provincia constitucional del Callao*. Callao, Gobierno Regional del Callao. Consultado el 15 de mar. 2017. Disponible en: http://sitr.regioncallao.gob.pe/documentoscontenido_doc/CAPITULOII 2011.pdf
- _____. 2012a. *Catálogo Regional N°4: Proyecto Piloto Nuevo Pachacútec 2012* (en línea). Callao, Gobierno Regional de Callao. Consultado 15 de mar. 2017. Disponible en: http://sitr.regioncallao.gob.pe/documentoscontenido_doc/CONTENIDOS%20corel%20-13.pdf
- _____. 2012b. *Proyecto Piloto Nuevo Pachacútec: Fichas N° 1-20* (en línea). Callao, Gobierno Regional de Callao. Consultado 15 de mar. 2017. Disponible en: http://sitr.regioncallao.gob.pe/documentoscontenido_doc/FICHAS%201-20-corel%2013.pdf
- Olivares, S; Squeo F. 1999. Patrones fenológicos en especies arbustivas del Desierto Costero del Norte-Centro de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural. Sociedad Biológica de Chile*. Santiago, CL. 72: 353-370.
- Oñate, M. 1999. *Fundamentos de geología y edafología*. Riobamba, EC. 26-28 p.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2005. *Tecnologías para el tratamiento de aguas en poblaciones dispersas*. 54-64 p.
- Ordoñez, JL. 1983. *Metodología para la evaluación del potencial hídrico de las lomas costeras, utilizando sistemas de percepción remota*. Tesis Ing. Agrícola. Lima, PE, UNALM. 126 p.

- _____; Faustino, J. 1983. Evaluación del potencial hídrico en Lomas Costeras del Perú (Lomas de Lachay - Iguanil), PE. *Zonas Áridas* (3): 29-42.
- Parra, F. 2003. Composición florística y estructura de la vegetación de la microcuenca de Pachachaca, distrito de Laria, provincia de Huancavelica, Huancavelica. Tesis Lic. Biól. Lima, PE, UNALM. 148 p.
- Péafur, J. 1982. Dynamycs of plant communities in the Lomas of Sourthem, Peru. *Vegetation*, NL. 49: 193-171.
- Peet, EK. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 285-307.
- Pinche, C. 1986. Estudio de las condiciones climáticas de la niebla en la Costa Norte de Lima. Tesis Ing. Meteorólogo. Lima, PE, UNALM. 166 p.
- Pineda, F. 2001. Diversidad de la Diversidad. II Simposio Internacional de Legislación y Derecho Ambiental. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, ES. 5 p.
- Pulgar, J. 1987. Geografía del Perú: Las 8 regiones naturales, la regionalización transversal, la microregionalización. PEISA. Lima, PE.
- Quispe, II. 1996. Levantamiento edafológico y evaluación de tierras de las lomas de Atiquipa. Tesis Ing. Agrícola. Lima, PE, UNALM. 105 p.
- Ramírez, N. 2008. Germinación de semillas de siete especies de cactáceas del ecosistema árido del Cerro Umarcata, Valle del Río Chillón-Canta, Lima Perú, con fines de conservación ex situ. Tesis Lic. Bióloga. Lima, PE, UNALM. 128 p.
- Ramos, DA. 2013. Caracterización y estacionalidad de la vegetación a lo largo de una gradiente altitudinal en la cuenca media del río Lurín, comunidad de Cochahuayco, provincia de Huarochirí. Tesis Lic. Biólogo. Lima, PE, UNALM. 148 p.
- Revilla, IA. 2013. Efecto nodriza de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze y *Randia armata* (Sw.) DC. en Lomas de Atiquipa a lo largo de una gradiente de aridez. Setiembre 2011 – Enero 2012. Tesis Lic. Biólogo. Arequipa, PE, UNAS. 63 p.
- Reyna, N; Tasaico, T. 1993. Agua de neblinas un potencial hídrico para zonas áridas. Manual. Proyecto Transformación de la Tecnología Agropecuaria, INIA, Lima, PE. (Folleto N° 0.4/4.1 N° 22-92).
- Roque, J; León, B. 2006. Orchidaceae Endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*. PE. Número especial 2016; 13(2): 759-878. Doi: 10.15381/rpb.v13i2.1953.

- Rozzi, R; Molina J; Miranda P. 1989. Microclima y períodos de floración en laderas de exposición ecuatorial y polar en los Andes de Chile Central. *Revista Chilena de Historia Natural*. Sociedad Biológica de Chile. Santiago, CL. 62: 75-84.
- Rundel, P; Dillon, M; Palma, B; Money, H; Gulmon, L; Ehleringer, J. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso*. 13(1): 1-49.
- Servicio de Información Meteorológica. OGIMET. 2017. Consultado 15 de mar. 2017. Disponible en: <https://www.ogimet.com/ranking.phtml>
- Siqueiros, D. 2005. Una paradoja sobre uniformidad vs. orden y estabilidad en la medida de la diversidad según la teoría de la información. *Revista Ludus Vitalis*. Centro de estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano. México D.F., MX. 13(24): 83-92.
- Soriano, P; Ruiz, A. 2003. Arbustales Xerófilos. En: Aguilera M; Azócar A; Gonzales-Giménez E. eds. *Biodiversidad en Venezuela*. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Caracas, VE. 696-715.
- Sotomayor, D; Jiménez, P. 2008. Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del ecosistema costero Lomas de Atiquipa (Caravelí -Arequipa) en el sur del Perú, PE. *Eco apli*. Vol. 7 (1,2): 1-8.
- Teixeira, V. 2000. El Efecto del evento El Niño en la variación de la diversidad de la vegetación herbácea de la Reserva Nacional de Lachay. Tesis Lic. Bióloga. Lima, PE, UNALM. 98 p.
- Terradas, J. 2001. *Ecología de la vegetación, de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Ediciones Omega. Barcelona, ES. 760 p.
- Tinoco, JR. 1969. Génesis, morfología y clasificación de Entisoles y Aridosoles de las Lomas de Lachay. Tesis Ing. Agrícola. Lima, PE, UNALM. 76 p.
- Torres, J. 1981. Productividad primaria y cuantificación de los factores ecológicos que la determinan, en las Lomas Costaneras del Centro del Perú. Tesis Lic. Biólogo. Lima, PE, UNALM. 189 p.
- Torres, J; López, C. 1981. Productividad primaria en las Lomas de la Costa Central del Perú. *Boletín de Lima*, Edit. Los Pinos, Lima, PE. set. 14: 54-63.

- _____. 1982. Productividad primaria neta y sus factores ecológicos en Lomas de la Costa Central del Perú. *Revista Zonas Áridas*, Editorial CIZA, UNALM, PE. ene - jun 1982, 1: 58-65.
- Tovar, C. 2003. Análisis de la resiliencia de las comunidades herbáceas de las Lomas de Lachay, provincia de Huaura, departamento de Lima después de la perturbación por el evento El Niño 1997-1998. Tesis Lic. Biólogo. Lima, PE, UNALM. 151 p.
- Trujillo, D. 2013. Diversidad de Orquídeas de las diferentes Formaciones Vegetales de los Andes Peruanos. *Lankesteriana* 13 (1-2): 103-111. Doi: 10.15517/lank.v0i0.11546.
- Vásquez, T; Solís, R; Sibaja, J; Esquivel, G; Valdés, J. 2012. Composición Química del Agua de Lluvia y de Niebla Recolectada en la Reserva Biológica Monteverde. *UNICIENCIA*, 51-63. Consultado 14 de mar. 2017. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/3862>
- Vaughan, L. 2001. *Statistical Methods for the Information Professional: A Practical, Painless Approach to Understanding, Using and Interpreting Statistics*. ASIST Monograph Series. New Jersey, US. American Society for Information Science and Technology.
- Velásquez, M. 2013. Variación de la composición florística de las Lomas de Tacahuay desde el pleistoceno hasta la actualidad. Tesis M. Sc. Lima, PE, UNALM.
- Vila, M. 1997. Estructura y análisis de la vegetación de la Microcuenca de Huarmiragra. Distrito de Tomayquichua, Provincia de Ambo, Huánuco. Tesis Lic. Bióloga. Lima, PE, UNALM. 213 p.
- Villantoy, JA. 2012. Mitigación por la pérdida del ecosistema costero, de las Lomas de Villa María del Triunfo-Lima. Tesis Ing. Ambiental. Lima, PE, UNFV. 145 p.
- Watson, AA. 2006. Estudio de la producción y dinámica de la vegetación de las Lomas de los Amancaes. Tesis Ing. Zootecnia. Lima, PE, UNALM. 159 p.
- Weberbauer, A. 1945. *El Mundo vegetal de los Andes Peruanos*. Estudio Fitogeográfico. Estación Agrícola de La Molina. Dirección de Agricultura. Lima, PE.
- Zambrana, H. 1975. Comparación y evaluación de la intercepción de lluvias en dos tipos de bosques tropicales. Tesis M. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 61 p.

Zegarra, R. 2005. Biodiversidad y Taxonomía de la Flora Desértica sur Peruana: Familia Solanaceae. IDESIA 23(3): 61-75.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1 REGISTROS CLIMATOLÓGICOS DE AERÓDROMOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LIMA-CALLAO “JORGE CHÁVEZ” AÑO 2010-2016

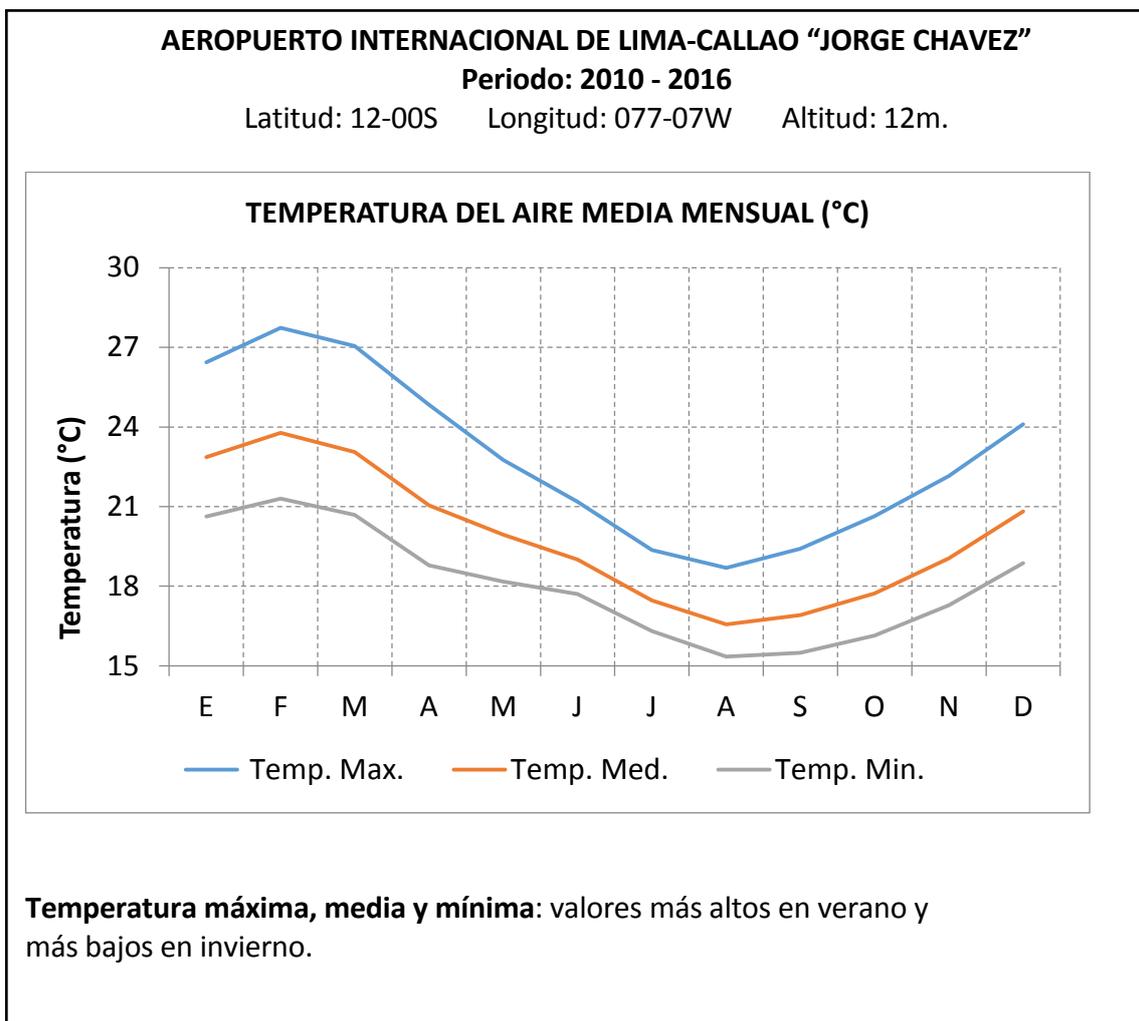


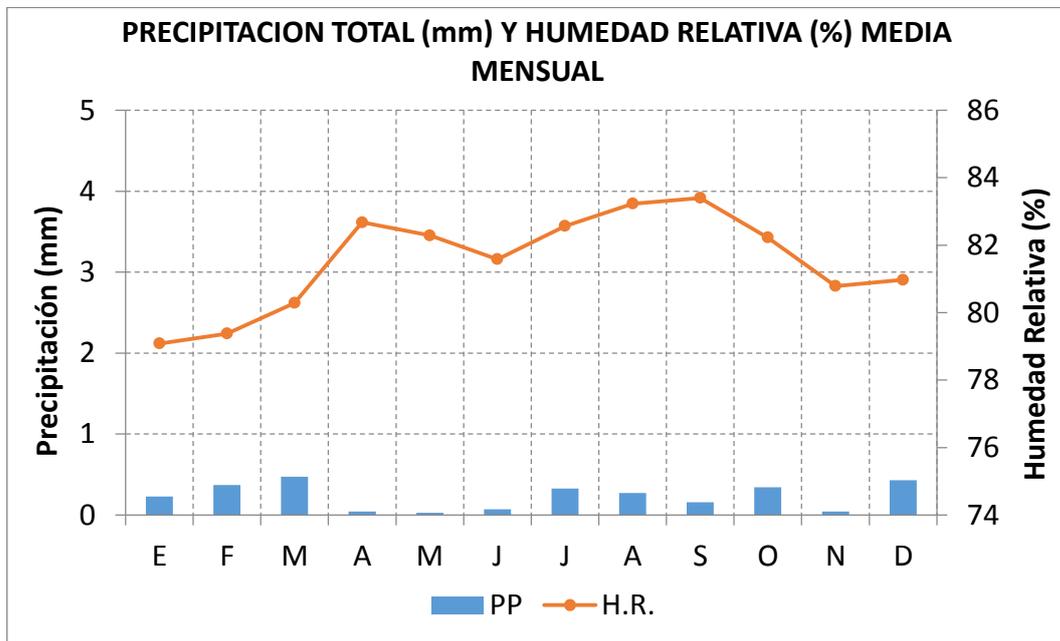
Figura 1: Temperatura del aire media mensual, 2010-2016.

FUENTE: Servicio de Información Meteorología del OGIMET, 2017.

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LIMA-CALLAO "JORGE CHAVEZ"

Periodo: 2010 – 2016

Latitud: 12-00S Longitud: 077-07W Altitud: 12m.



Humedad relativa: mayor en otoño y menor en verano

Precipitación: menor a 1.00 mm en el año

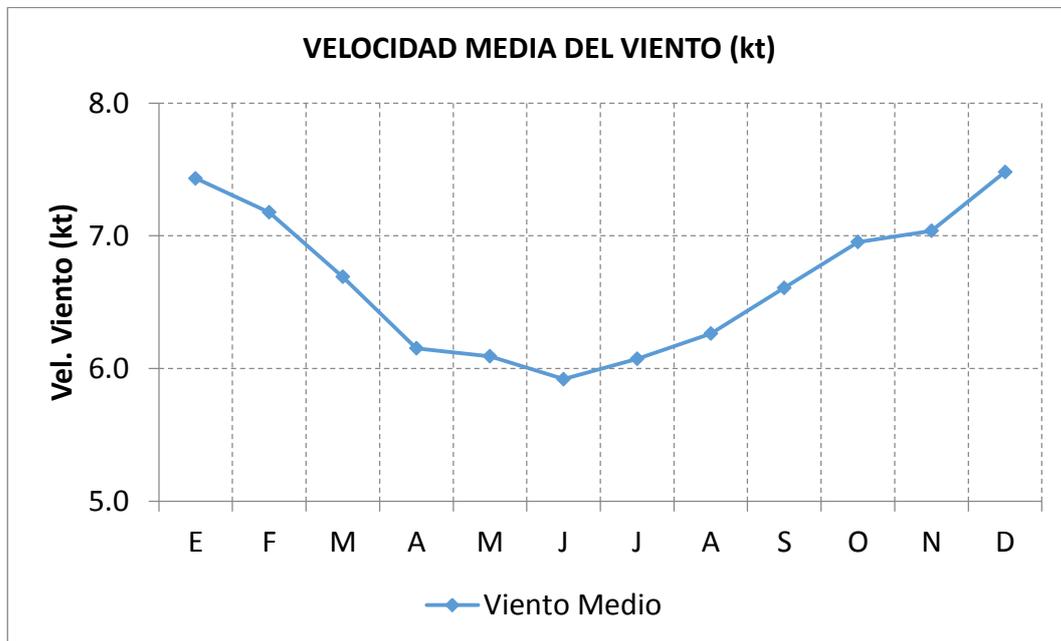
Figura 2: Precipitación total (mm) y humedad relativa (%) media mensual, 2010-2016.

FUENTE: Servicio de Información Meteorología del OGIMET 2017.

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LIMA-CALLAO "JORGE CHAVEZ"

Periodo: 2010 – 2016

Latitud: 12-00S Longitud: 077-07W Altitud: 12 m



Velocidad media: mínimo en otoño y máximo entre la primavera y verano

Figura 3: Velocidad media del viento (kt) 2010-2016.

FUENTE: Servicio de Información Meteorología del OGIMET 2017.

ANEXO 2 INFORMACIÓN Y MAPAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

FICHA N° 03		PROYECTO PILOTO NUEVO PACUACUTEC		GRUPO RESIDENCIAL A2 AA.HH. LEANDRA ORTEGA ESPINOZA	
	Superficie: 259,867.00 m²		III.- EQUIPAMIENTO URBANO:		
	N° Lotes: 641	N° Manzanas: 45	SALUD: El Centro de Salud "03 de Febrero" de Pachacutec, es el más cercano.		
II.- CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES:					
Material Predominante en Muros (%)					
Ladrillo	0.6	Madera	96.5		
Estera		Otro	2.9		
Material Predominante en Techos (%)					
Calamina	96.4	Madera	0.4		
Concreto	0.3	Otro	2.9		
Condición de Ocupación (%)					
Ocupada	92.9	Desocupada	4.5		
En construcción	2.6				
N° de Pisos Predominante: 1 piso (100 %)					
IV.- SANEAMIENTO FÍSICO LEGAL:					
Cuenta con Reconocimiento Municipal Resolución Gerencial N° 006-2011/MDV-GAH. Se desarrolla sobre parte de los terrenos de los Grupos Residencial A2 y C4.					
V.- CONFLICTO DE USO:					
Está asentada en Zonas de Recreación Pública (ZRP).					
VI.- GRADO DE CONSTRUCCIÓN:					
Bajo (48.4% de lotes edificados).					
VII.- SECRETARIO GENERAL:					
Sra. Bethy Lizeth Herrera Limas					
I.- CARACTERÍSTICAS GENERALES:					
ACCESIBILIDAD:					
Tiene acceso por la vía Calle Punta Sal, Calle 21 y Calle Wiracocha. Tipo de rodadura de las vías: afirmada y trocha.					
ZONIFICACIÓN URBANA:					
De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano vigente le corresponde: Zona de Recreación Pública (ZRP).					
ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA:					
El área corresponde a las siguientes Unidades Ecológicas Económicas (UEE): - UEE en Proceso de Consolidación Urbana y - UEE de Protección y Conservación de Ecosistemas de Lomas Costeras.					
USO ACTUAL:					
Del total de predios: 95.2% es vivienda, 4.8% vivienda mixta.					

Figura 1: Ficha N°03 de información del AA.HH. Leandra Ortega. Proyecto Piloto Nuevo Pachacútec-2012.

FUENTE: Oficina Acondicionamiento Territorial de la Región Callao, 2012.

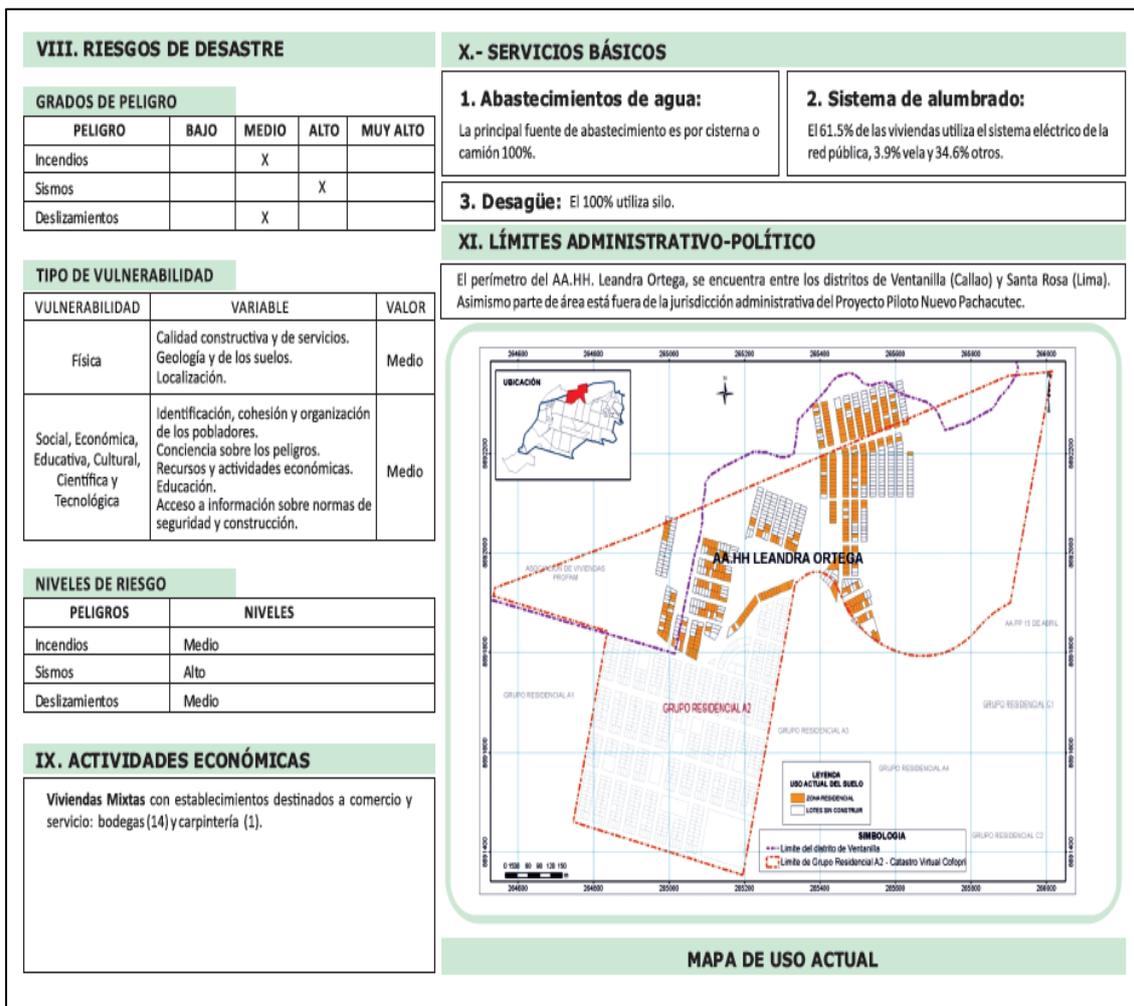


Figura 2: Ficha N°03 de información del AA.HH. Leandra Ortega. Proyecto Piloto Nuevo Pachacútec-2012.

FUENTE: Oficina Acondicionamiento Territorial de la Región Callao, 2012.

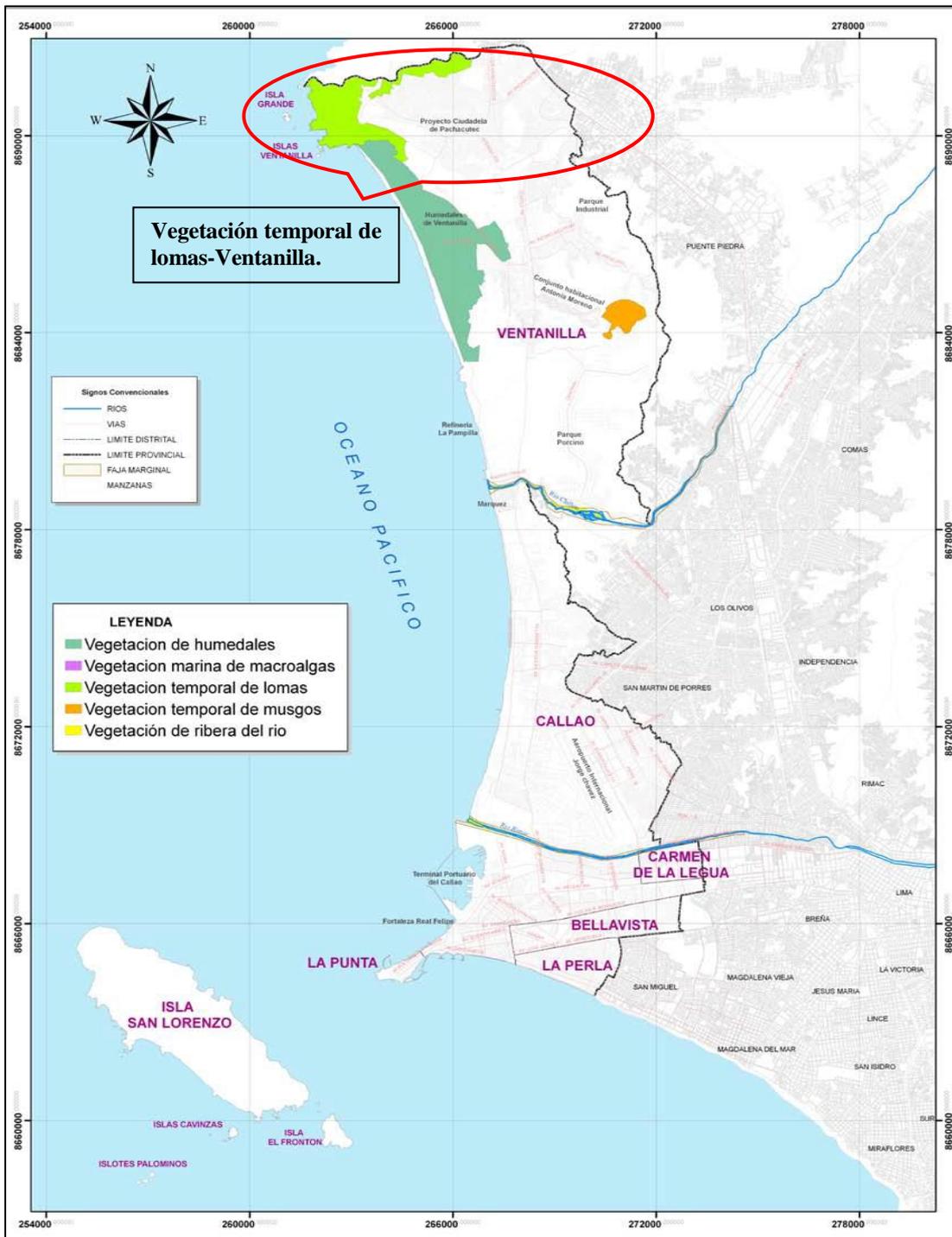


Figura 3: Mapa de la Distribución de la Vegetación Continental Silvestre y Temporal.

FUENTE: Actualización de la Microzonificación Ecológica Económica de la provincia constitucional del Callao - 2011.

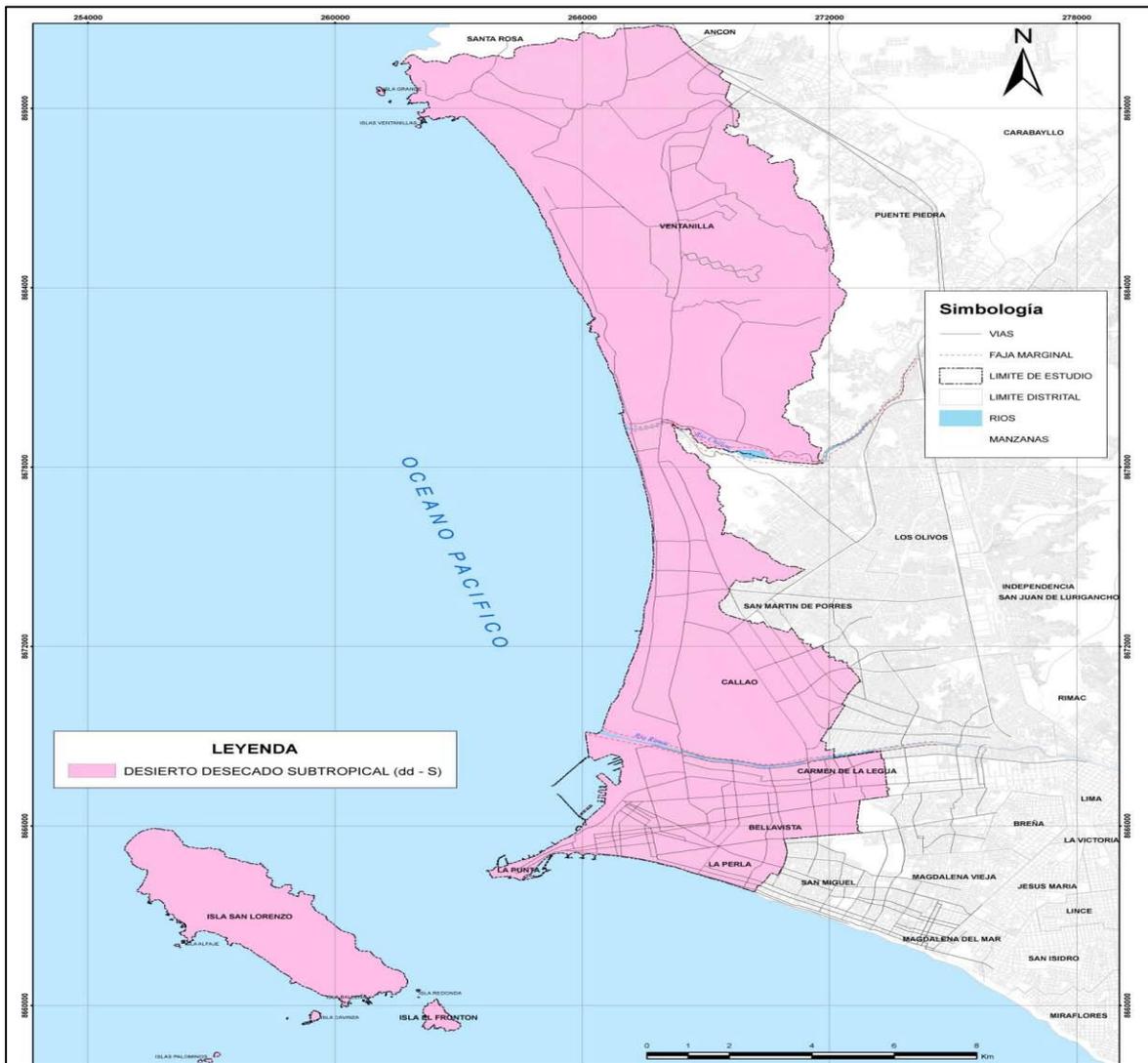


Figura 4: Mapa de Zona de Vida de la Provincia Constitucional del Callao.

FUENTE: Actualización de la Microzonificación Ecológica Económica de la provincia constitucional del Callao - 2011.

ANEXO 3
FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES DE MUESTREO



Figura 1: Fotografía de la zona A (ZR-SO).

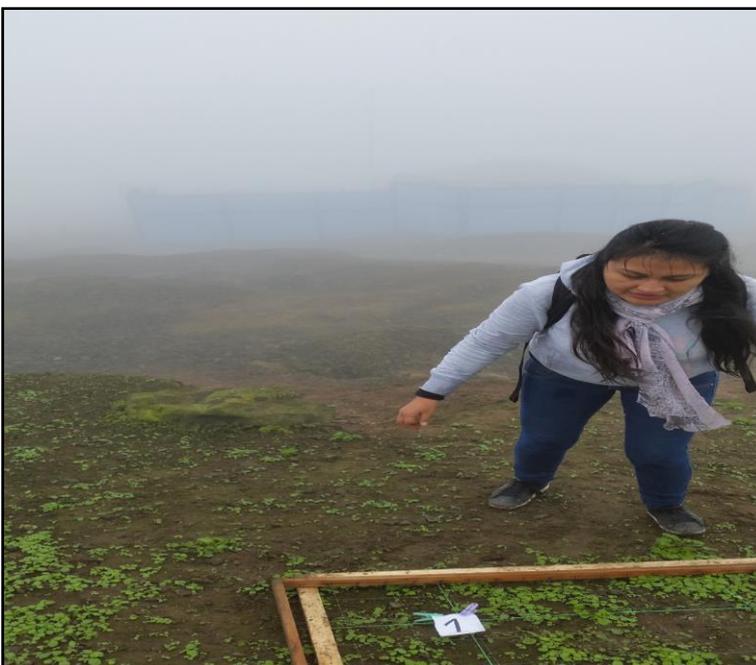


Figura 2: Fotografía de la zona B (ZT-SO).



Figura 3: Fotografía de la zona C (ZC-O).



Figura 4: Medición de la vegetación típica de loma.

ANEXO 4
FOTOGRAFÍAS DE LOS NEBLINOMETROS “SFC”



Figura 1: Fotos del neblinómetro estándar “SFC” con dirección Suroeste.



Figura 2: Fotos del neblinómetro estándar “SFC” con dirección Oeste.



Figura 3: Foto del pluviómetro experimental.

ANEXO 5
REGISTROS DE DATOS DE VOLUMENES CAPTADOS DE AGUA DE
NEBLINA Y PRECIPITACIÓN – 2016.

Tabla 1: Registro de datos de volúmenes de captados de agua de neblina – 2016

Año	Mes	Día	Hora	Tiempo	Código Zona	N-B (Suroeste) ml	N-C (Oeste) ml	PP (ml)
2016	Junio	23	10:00	jul-06	PAC-02	700	325	20
2016	Junio	24	10:00	jul-06	PAC-02	1200	750	20
2016	Junio	25	10:00	jul-06	PAC-02	15	0	0
2016	Junio	26	10:00	jul-06	PAC-02	50	100	5
2016	Junio	27	10:00	jul-06	PAC-02	900	425	10
2016	Junio	28	10:00	jul-06	PAC-02	500	400	10
2016	Junio	29	10:00	jul-06	PAC-02	1900	1300	35
2016	Junio	30	10:00	jul-06	PAC-02	2300	1400	20
2016	Julio	1	10:00	jul-06	PAC-02	1300	700	15
2016	Julio	2	10:00	jul-06	PAC-02	0	0	0
2016	Julio	3	10:00	jul-06	PAC-02	25	0	0
2016	Julio	4	10:00	jul-06	PAC-02	100	25	10
2016	Julio	5	10:00	jul-06	PAC-02	1500	1000	25
2016	Julio	6	12:08	jul-06	PAC-02	2200	1600	13,5
2016	Julio	7	10:00	jul-20	PAC-02	0	0	0
2016	Julio	8	09:30	jul-20	PAC-02	1	0,5	10
2016	Julio	9	10:00	jul-20	PAC-02	2400	1300	23
2016	Julio	10	10:00	jul-20	PAC-02	250	130	10
2016	Julio	11	10:00	jul-20	PAC-02	1700	750	20
2016	Julio	12	10:00	jul-20	PAC-02	1700	650	30
2016	Julio	13	10:55	jul-20	PAC-02	0	0	8,5
2016	Julio	14	10:00	jul-20	PAC-02	1200	700	25
2016	Julio	15	10:00	jul-20	PAC-02	5100	2600	35
2016	Julio	16	10:00	jul-20	PAC-02	1200	600	20
2016	Julio	17	10:00	jul-20	PAC-02	2100	750	15
2016	Julio	18	10:00	jul-20	PAC-02	1400	600	20
2016	Julio	19	10:00	jul-20	PAC-02	650	300	15
2016	Julio	20	13:00	jul-20	PAC-02	2400	1500	7
2016	Julio	21	10:00	ago-03	PAC-02	2800	1500	35
2016	Julio	22	10:00	ago-03	PAC-02	3100	2200	45
2016	Julio	23	10:00	ago-03	PAC-02	800	150	20
2016	Julio	24	10:00	ago-03	PAC-02	800	150	10
2016	Julio	25	10:00	ago-03	PAC-02	2500	1350	15
2016	Julio	26	10:00	ago-03	PAC-02	0	0	0
2016	Julio	27	10:00	ago-03	PAC-02	0	0	0

Continuación

Año	Mes	Día	Hora	Tiempo	Código Zona	N-B (Suroeste) ml	N-C (Oeste) ml	PP (ml)
2016	Julio	28	10:00	ago-03	PAC-02	0	0	0
2016	Julio	29	10:00	ago-03	PAC-02	0	0	0
2016	Julio	30	10:00	ago-03	PAC-02	0	0	0
2016	Julio	31	10:00	ago-03	PAC-02	150	100	0
2016	Agosto	1	10:00	ago-03	PAC-02	850	650	10
2016	Agosto	2	10:00	ago-03	PAC-02	750	600	25
2016	Agosto	3	13:47	ago-03	PAC-02	0	0	5
2016	Agosto	4	10:00	ago-17	PAC-02	650	400	20
2016	Agosto	5	10:00	ago-17	PAC-02	0	0	0
2016	Agosto	6	10:00	ago-17	PAC-02	0	0	0
2016	Agosto	7	10:00	ago-17	PAC-02	10	0	5
2016	Agosto	8	10:00	ago-17	PAC-02	400	100	10
2016	Agosto	9	10:00	ago-17	PAC-02	1000	400	15
2016	Agosto	10	07:30	ago-17	PAC-02	10	70	15
2016	Agosto	11	10:00	ago-17	PAC-02	1300	900	12,5
2016	Agosto	12	10:00	ago-17	PAC-02	2000	1300	25
2016	Agosto	13	10:00	ago-17	PAC-02	1750	900	20
2016	Agosto	14	10:00	ago-17	PAC-02	1800	1100	25
2016	Agosto	15	10:00	ago-17	PAC-02	2100	1700	30
2016	Agosto	16	10:00	ago-17	PAC-02	2000	1900	25
2016	Agosto	17	08:20	ago-17	PAC-02	600	200	12,5
2016	Agosto	18	10:00	ago-31	PAC-02	400	170	15
2016	Agosto	19	10:00	ago-31	PAC-02	1550	750	20
2016	Agosto	20	10:00	ago-31	PAC-02	2000	1200	30
2016	Agosto	21	10:00	ago-31	PAC-02	2900	2000	35
2016	Agosto	22	10:00	ago-31	PAC-02	1350	700	20
2016	Agosto	23	10:00	ago-31	PAC-02	1200	500	15
2016	Agosto	24	09:00	ago-31	PAC-02	1400	700	15
2016	Agosto	25	10:00	ago-31	PAC-02	1750	1100	20
2016	Agosto	26	10:00	ago-31	PAC-02	1950	950	25
2016	Agosto	27	10:00	ago-31	PAC-02	1600	1100	15
2016	Agosto	28	10:00	ago-31	PAC-02	1100	650	20
2016	Agosto	29	10:00	ago-31	PAC-02	100	0	0
2016	Agosto	30	10:00	ago-31	PAC-02	1250	3100	25
2016	Agosto	31	09:45	ago-31	PAC-02	12	65	15
2016	Setiembre	1	10:00	sep-13	PAC-02	1300	350	15
2016	Setiembre	2	10:00	sep-13	PAC-02	600	550	15
2016	Setiembre	3	10:00	sep-13	PAC-02	1500	600	20
2016	Setiembre	4	10:00	sep-13	PAC-02	2100	850	25
2016	Setiembre	5	10:00	sep-13	PAC-02	1900	800	20

Continuación

Año	Mes	Día	Hora	Tiempo	Código Zona	N-B (Suroeste) ml	N-C (Oeste) ml	PP (ml)
2016	Setiembre	6	10:00	sep-13	PAC-02	2250	1100	25
2016	Setiembre	7	10:00	sep-13	PAC-02	2300	1200	30
2016	Setiembre	8	07:30	sep-13	PAC-03	0	0	35
2016	Setiembre	9	10:00	sep-13	PAC-04	0	0	0
2016	Setiembre	10	10:00	sep-13	PAC-05	0	0	0
2016	Setiembre	11	10:00	sep-13	PAC-06	150	50	0
2016	Setiembre	12	10:00	sep-13	PAC-07	25	0	0
2016	Setiembre	13	10:00	sep-13	PAC-08	100	0	0
2016	Setiembre	14	10:00	sep-28	PAC-09	100	50	0
2016	Setiembre	15	07:50	sep-28	PAC-10	1700	1100	7,5
2016	Setiembre	16	10:00	sep-28	PAC-02	1950	1300	20
2016	Setiembre	17	10:00	sep-28	PAC-02	850	300	10
2016	Setiembre	18	10:00	sep-28	PAC-02	1800	900	20
2016	Setiembre	19	10:00	sep-28	PAC-02	1000	850	20
2016	Setiembre	20	10:00	sep-28	PAC-02	2000	1300	15
2016	Setiembre	21	07:30	sep-28	PAC-02	1100	800	10
2017	Setiembre	22 *						
2016	Setiembre	23	10:00	sep-28	PAC-02	3000	2300	25
2016	Setiembre	24	10:00	sep-28	PAC-02	2200	1800	20
2016	Setiembre	25	10:00	sep-28	PAC-02	20	0	0
2016	Setiembre	26	10:00	sep-28	PAC-02	1000	850	10
2016	Setiembre	27	10:00	sep-28	PAC-02	550	250	7,5
2016	Setiembre	28	10:00	sep-28	PAC-02	150	100	5
2016	Setiembre	29	10:00	oct-12	PAC-02	900	200	7,5
2016	Setiembre	30	10:00	oct-12	PAC-02	400	100	0,5
2016	Octubre	1	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	2	10:00	oct-12	PAC-02	100	0	0
2016	Octubre	3	10:00	oct-12	PAC-02	1400	700	0,1
2016	Octubre	4	10:00	oct-12	PAC-02	2600	1250	25
2016	Octubre	5	10:00	oct-12	PAC-02	1000	250	15
2016	Octubre	6	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	7	08:00	oct-12	PAC-02	7,5	7,5	0
2016	Octubre	8	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	9	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	10	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	11	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	12	10:00	oct-12	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	13	07:30	oct-26	PAC-02	0	1	1
2016	Octubre	14	10:00	oct-26	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	15	10:00	oct-26	PAC-02	0	0	0

Continuación

Año	Mes	Día	Hora	Tiempo	Código Zona	N-B (Suroeste) ml	N-C (Oeste) ml	PP (ml)
2016	Octubre	16	10:00	oct-26	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	17	10:00	oct-26	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	18	10:00	oct-26	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	19	10:00	oct-26	PAC-02	150	150	7,5
2016	Octubre	20	07:30	oct-26	PAC-02	1500	1000	22,5
2016	Octubre	21	10:00	oct-26	PAC-02	2150	1200	15
2016	Octubre	22	10:00	oct-26	PAC-02	1700	800	20
2016	Octubre	23	10:00	oct-26	PAC-02	300	200	15
2016	Octubre	24	10:00	oct-26	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	25	10:00	oct-26	PAC-02	15	0	5
2016	Octubre	26	10:00	oct-26	PAC-02	100	0	0
2016	Octubre	27	10:00	nov-09	PAC-02	200	30	5
2016	Octubre	28	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	29	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	30	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Octubre	31	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	1	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	2	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	3	07:36	nov-09	PAC-02	3	0	0
2016	Noviembre	4	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	5	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	6	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	7	10:00	nov-09	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	8	10:00	nov-09	PAC-02	0	50	0
2016	Noviembre	9	10:00	nov-09	PAC-02	0	70	0
2016	Noviembre	10	10:00	nov-23	PAC-02	200	50	10
2016	Noviembre	11	10:00	nov-23	PAC-02	50	0	5
2016	Noviembre	12	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	13	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	14	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	15	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	16	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	17	10:00	nov-23	PAC-02	75	50	5
2016	Noviembre	18	10:00	nov-23	PAC-02	200	100	10
2016	Noviembre	19	10:00	nov-23	PAC-02	100	50	5
2016	Noviembre	20	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	21	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	22	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0
2016	Noviembre	23	10:00	nov-23	PAC-02	0	0	0

* Fecha no evaluada

FUENTE: Consultora Ambiental SUMPA S.A.C. 2016.

**ANEXO 6
BASE DE DATOS**

Tabla 1: Base de datos de cobertura (Cob, cm²) y de densidad (Dens) de las especies de la zona A durante el periodo evaluado.

<i>Especies</i>	<i>jul-06</i>		<i>jul-20</i>		<i>ago-03</i>		<i>ago-17</i>		<i>ago-31</i>		<i>sep-13</i>		<i>sep-28</i>	
	<i>Den</i>	<i>Cob</i>												
<i>Cistanthe paniculata</i>														
<i>Oxalis megalorrhiza</i>	1333	330,16	373	433,92	559	1761,62	368	1228,24	534	1941,36	121	214,65	2	0,38
<i>Fuertesimalva peruviana</i>	41	397,94	105	749,80	358	3688,74	182	1611,85	212	1569,46	66	220,14		
<i>Solanum montanum</i>	6	16,45	29	1308,54	20	1881,64	40	3660,31	31	2343,27	5	31,62		
<i>Nolana humifusa</i>			8	47,17	78	1086,72	72	1567,75	67	1541,26	56	962,72	22	
<i>Palaua rhombifolia</i>					17	172,71	36	710,40	35	717,029	18	315,49		
<i>Poa annua</i>														
<i>Solanum multifidum</i>			1	2,25	30	2266,89					2	0,44		
<i>Tetragonia crystallina</i>							2	13,56	2	3,05	1	0,31	1	0,20
Total	1380	744,54	516	2541,67	1062	10858,33	700	8792,11	881	8115,44	269	1745,38	25	0,58

Tabla 2: Base de datos de cobertura (Cob, cm²) y de densidad (Dens) de las especies de la zona B durante el periodo evaluado.

<i>Especies</i>	<i>jul-06</i>		<i>jul-20</i>		<i>ago-03</i>		<i>ago-17</i>		<i>ago-31</i>		<i>sep-13</i>		<i>sep-28</i>		<i>oct-12</i>	
	<i>Cob</i>	<i>Dens</i>														
<i>Cistanthe paniculata</i>																
<i>Oxalis megalorrhiza</i>	2903	1852,23	2196	909,02	1927	3996,21	1652	6321,37	1551	7347,78	1377	3865,47	333	708,01	1	0,38
<i>Fuertesimalva peruviana</i>	16	38,95	199	1044,62	770	11466,21	803	6883,29	472	4903,45	198	1131,58				
<i>Solanum montanum</i>			7	175,00			18	366,76	9	109,19	3	2,19				
<i>Nolana humifusa</i>					14	37,70	14	52,90	13	69,05	8	35,23				
<i>Palaua rhombifolia</i>			1	3,27	39	354,53	28	327,90	59	962,67	12	99,53				
<i>Poa annua</i>							1	0,03								
<i>Solanum multifidum</i>					15	533,23			4	43,32						
<i>Tetragonia crystallina</i>																
Total	2919	1891,17	2403	2131,92	2765	16387,89	2516	13952,25	2108	13435,45	1598	5134,01	333	708,01	1	0,38

Tabla 3: Base de datos de cobertura (Cob, cm2) y de densidad (Dens) de las especies de la zona C durante el periodo evaluado.

Especies	jul-06		jul-20		ago-03		ago-17		ago-31		sep-13		sep-28		oct-12		oct-26	
	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob	Den	Cob
<i>Cistanthe paniculata</i>									7	12,27	13	16,16	7	7,20	4	1.18		
<i>Oxalis megalorrhiza</i>	827	260,95	521	1111,15	1124	3399,41	959	4968,26	926	4657,00	626	2953,43	93	179,70				
<i>Fuertesimalva peruviana</i>	7	33,85	19	149,82	84	708,77	69	497,71	54	280,29	9	20,58	1	0,26				
<i>Solanum montanum</i>	1	0,75			5	748,58	9	835,24	10	790,82	3	12,62	1	0,09				
<i>Nolana humifusa</i>					36	196,64	22	216,33	19	147,68	8	36,07	1	1,38				
<i>Palaua rhombifolia</i>					6	28,39					2	7,86						
<i>Poa annua</i>					6	9,82	1	1,10	2	0,80								
<i>Solanum multifidum</i>					7	22,99	11	56,01	12	51,26	7	12,35	6	6,40	2	2,06	2	0,63
<i>Tetragonia crystallina</i>																		
Total	835	295,56	540	1261	1268	5114,6	1071	6574,6	1030	5940,1	668	3059,1	109	195,03	6	3,24	2	0,63

ANEXO 7
FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Cistanthe paniculata

POACEAE



Fuertesimalva peruviana

MALVACEAE



Nolana humifusa

SOLANACEAE



Oxalis megalorrhiza

OXALIDACEAE



Palaua rhombifolia

MALVACEAE



Poa annua

POACEAE



Solanum montanum

SOLANACEAE



Solanum multifidum

SOLANACEAE



Tetragonia crystallina

AIZOACEAE

Figura 1: Especies encontradas dentro de las parcelas en el área de estudio.



Chenopodium murale
AMARANTHACEAE



Nicotiana paniculata
SOLANACEAE



Parietaria debilis
URTICACEAE

Figura 2: Especies encontradas fuera de las parcelas en el área de estudio.

ANEXO 8
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DENSIDAD, COBERTURA Y DIVERSIDAD

Tabla 1: Análisis ANOVA factorial y prueba Tukey de la densidad.

ANVA:

<i>Fuentes de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P-valor</i>
Zonas	2	840891	420446	46,9771	0,000000*
Fechas de evaluación	6	434993	72499	8,1004	0,000000*
Zonas*Fechas	12	109129	9094	1,0161	0,435829 ^{ns}
Error	184	1646803	8950		
Total	204	3134293			

*=significativo (p<0,01) ns= no significativo

Prueba Tukey:

- Para Zonas

<i>Zonas</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
A	69	69,0825	11,39679
B	66	212,3429	11,83361
C	70	78,8714	11,30741

<i>Zonas</i>	<i>70,043</i>	<i>221,850</i>	<i>78,871</i>
A		0,000022	0,846447
B	0,000022		0,000022
C	0,846447	0,000022	

- Para Fechas

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
jul-06	30	171,1333	17,27235
jul-20	30	115,3000	17,27235
ago-03	30	169,8333	17,27235
ago-17	30	142,9000	17,27235
ago-31	30	133,9667	17,27235
sep-13	30	84,5000	17,27235
sep-28	25	23,0593	19,38246

Fechas de evaluación	171,13	115,30	169,83	142,90	133,97	84,500	18,680
jul-06		0,250790	1,000000	0,910434	0,731927	0,007165	0,000026
jul-20	0,250790		0,277928	0,919066	0,988240	0,869717	0,003091
ago-03	1,000000	0,277928		0,927555	0,763772	0,008662	0,000026
ago-17	0,910434	0,919066	0,927555		0,999813	0,202288	0,000049
ago-31	0,731927	0,988240	0,763772	0,999813		0,398579	0,000157
sep-13	0,007165	0,869717	0,008662	0,202288	0,398579		0,135477
sep-28	0,000026	0,003091	0,000026	0,000049	0,000157	0,135477	

- Para Zonas*Fechas

Zonas	Fechas de evaluación	N	Promedio	Error estándar
A	jul-06	10	138,0000	29,91658
A	jul-20	10	51,6000	29,91658
A	ago-03	10	106,2000	29,91658
A	ago-17	10	70,0000	29,91658
A	ago-31	10	88,1000	29,91658
A	sep-13	10	26,9000	29,91658
A	sep-28	9	2,7778	31,53485
B	jul-06	10	291,9000	29,91658
B	jul-20	10	240,3000	29,91658
B	ago-03	10	276,5000	29,91658
B	ago-17	10	251,6000	29,91658
B	ago-31	10	210,8000	29,91658
B	sep-13	10	159,8000	29,91658
B	sep-28	6	55,5000	38,62214
C	jul-06	10	83,5000	29,91658
C	jul-20	10	54,0000	29,91658
C	ago-03	10	126,8000	29,91658
C	ago-17	10	107,1000	29,91658
C	ago-31	10	103,0000	29,91658
C	sep-13	10	66,8000	29,91658
C	sep-28	10	10,9000	29,91658

Tabla 2: Análisis ANOVA factorial y prueba Tukey de la cobertura.

ANVA:

<i>Fuentes de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P-valor</i>
Zonas	2	11242,9	5621,44	9,7814	0,000092*
Fechas de evaluación	6	55975,6	9329,27	16,2331	0,000000*
Zonas*Fechas	12	8744,6	728,71	1,2680	0,240812 ^{ns}
Error	184	105745,9	574,71		
Total	204	183367,5			

*=significativo (p<0,01) ns= no significativo

Prueba Tukey:

- Para Zonas

<i>Zonas</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
A	69	18,89597	2,887975
B	66	30,92155	2,998666
C	70	12,82286	2,865324

<i>Zonas</i>	<i>19,154</i>	<i>32,510</i>	<i>12,823</i>
A		0,003484	0,264588
B	0,003484		0,000026
C	0,264588	0,000026	

- Para Fechas

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
jul-06	30	3,90837	4,376855
jul-20	30	7,91274	4,376855
ago-03	30	43,14776	4,376855
ago-17	30	39,09202	4,376855
ago-31	30	36,65470	4,376855
sep-13	30	13,25129	4,376855
sep-28	25	2,19403	4,911563

<i>Fechas de evaluación</i>	3,9084	7,9127	43,148	39,092	36,655	13,251	1,8343
jul-06		0,995203	0,000026	0,000026	0,000028	0,739335	0,999915
jul-20	0,995203		0,000026	0,000034	0,000091	0,977968	0,966733
ago-03	0,000026	0,000026		0,994856	0,942480	0,000051	0,000026
ago-17	0,000026	0,000034	0,994856		0,999712	0,000606	0,000026
ago-31	0,000028	0,000091	0,942480	0,999712		0,002979	0,000027
sep-13	0,739335	0,977968	0,000051	0,000606	0,002979		0,576239
sep-28	0,999915	0,966733	0,000026	0,000026	0,000027	0,576239	

- Para Zonas*Fechas

<i>Zonas</i>	<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
A	jul-06	10	2,97817	7,580935
A	jul-20	10	10,16670	7,580935
A	ago-03	10	43,43330	7,580935
A	ago-17	10	35,16845	7,580935
A	ago-31	10	32,46177	7,580935
A	sep-13	10	6,98153	7,580935
A	sep-28	9	1,08190	7,991007
B	jul-06	10	7,56470	7,580935
B	jul-20	10	8,52767	7,580935
B	ago-03	10	65,55155	7,580935
B	ago-17	10	55,80901	7,580935
B	ago-31	10	53,74182	7,580935
B	sep-13	10	20,53602	7,580935
B	sep-28	6	4,72009	9,786945
C	jul-06	10	1,18223	7,580935
C	jul-20	10	5,04385	7,580935
C	ago-03	10	20,45842	7,580935
C	ago-17	10	26,29859	7,580935
C	ago-31	10	23,76050	7,580935
C	sep-13	10	12,23632	7,580935
C	sep-28	10	0,78011	7,580935

Tabla 3: Análisis ANOVA factorial y prueba Tukey del Índice de Shannon-Wiener.

ANVA

<i>Fuentes de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Medía de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Zonas	2	10,17083	5,08541	36,9817	0,000000*
Fechas de evaluación	6	17,67122	2,94520	21,4178	0,000000*
Zonas*Fechas	12	5,52283	0,46024	3,3469	0,000200*
Error	184	25,30217	0,13751		
Total	204	58,34551			

*=significativo (p<0,01) ns= no significativo

Prueba Tukey

- Para Zonas

<i>Zonas</i>	<i>N</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Promedio</i>
A	69	0,044673	0,892323
B	66	0,046385	0,418562
C	70	0,044322	0,420375

<i>Zonas</i>	<i>0,90247</i>	<i>0,44393</i>	<i>0,42037</i>
A		0,000022	0,000022
B	0,000022		0,927238
C	0,000022	0,927238	

- Para Fechas

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
jul-06	30	0,111838	0,067703
jul-20	30	0,445343	0,067703
ago-03	30	0,872760	0,067703
ago-17	30	0,906631	0,067703
ago-31	30	0,817713	0,067703
sep-13	30	0,655703	0,067703
sep-28	25	0,229617	0,075974

Fechas de evaluación	0,11184	0,44534	0,87276	0,90663	0,81771	0,65570	0,26785
jul-06		0,008981	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,712009
jul-20	0,008981		0,000182	0,000053	0,001950	0,296948	0,570215
ago-03	0,000026	0,000182		0,999846	0,997503	0,260157	0,000026
ago-17	0,000026	0,000053	0,999846		0,968051	0,119657	0,000026
ago-31	0,000026	0,001950	0,997503	0,968051		0,621414	0,000026
sep-13	0,000026	0,296948	0,260157	0,119657	0,621414		0,002168
sep-28	0,712009	0,570215	0,000026	0,000026	0,000026	0,002168	

- Para Zonas*Fechas

Zonas	Fechas de evaluación	N	Promedio	Error estándar
A	jul-06	10	0,209047	0,117265
A	jul-20	10	0,807412	0,117265
A	ago-03	10	1,247908	0,117265
A	ago-17	10	1,354286	0,117265
A	ago-31	10	1,203148	0,117265
A	sep-13	10	1,232284	0,117265
A	sep-28	9	0,192175	0,123609
B	jul-06	10	0,054427	0,117265
B	jul-20	10	0,382419	0,117265
B	ago-03	10	0,745451	0,117265
B	ago-17	10	0,727636	0,117265
B	ago-31	10	0,614413	0,117265
B	sep-13	10	0,405590	0,117265
B	sep-28	6	0,000000	0,151389
C	jul-06	10	0,072041	0,117265
C	jul-20	10	0,146199	0,117265
C	ago-03	10	0,624922	0,117265
C	ago-17	10	0,637971	0,117265
C	ago-31	10	0,635578	0,117265
C	sep-13	10	0,329234	0,117265
C	sep-28	10	0,496677	0,117265

Tabla 4: Análisis ANOVA factorial y prueba Tukey del Índice de Simpson.

ANVA

<i>Fuentes de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Zonas	2	1,396240	0,698120	27,1121	0,000000*
Fechas de evaluación	6	2,322097	0,387016	15,0301	0,000000*
Zonas*Fechas	12	0,949382	0,079115	3,0725	0,000562*
Error	184	4,737895	0,025749		
Total	204	9,340220			

*=significativo (p<0,01) ns= no significativo

Prueba Tukey

- Para Zonas

<i>Zonas</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
A	69	0,333436	0,019331
B	66	0,167126	0,020072
C	70	0,151173	0,019179

<i>Zonas</i>	<i>0,33695</i>	<i>0,17725</i>	<i>0,15117</i>
A		0,000022	0,000022
B	0,000022		0,610278
C	0,000022	0,610278	

- Para Fechas

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
jul-06	30	0,035871	0,029297
jul-20	30	0,172882	0,029297
ago-03	30	0,325959	0,029297
ago-17	30	0,334437	0,029297
ago-31	30	0,296455	0,029297
sep-13	30	0,248884	0,029297
sep-28	25	0,106225	0,032876

<i>Fechas de evaluación</i>	<i>0,35870</i>	<i>0,17288</i>	<i>0,32596</i>	<i>0,33444</i>	<i>0,29645</i>	<i>0,24888</i>	<i>0,12383</i>
jul-06		0,016430	0,000026	0,000026	0,000026	0,000030	0,399202
jul-20	0,016430		0,004142	0,001872	0,045288	0,524601	0,919403
ago-03	0,000026	0,004142		0,999994	0,991924	0,506991	0,000089
ago-17	0,000026	0,001872	0,999994		0,970044	0,373793	0,000049
ago-31	0,000026	0,045288	0,991924	0,970044		0,913043	0,001395
sep-13	0,000030	0,524601	0,506991	0,373793	0,913043		0,061059
sep-28	0,399202	0,919403	0,000089	0,000049	0,001395	0,061059	

- Para Zonas*Fechas

<i>Zonas</i>	<i>Fechas de evaluación</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Error estándar</i>
A	jul-06	10	0,067862	0,050744
A	jul-20	10	0,321238	0,050744
A	ago-03	10	0,456302	0,050744
A	ago-17	10	0,488894	0,050744
A	ago-31	10	0,430294	0,050744
A	sep-13	10	0,478413	0,050744
A	sep-28	9	0,091049	0,053489
B	jul-06	10	0,015648	0,050744
B	jul-20	10	0,144807	0,050744
B	ago-03	10	0,305905	0,050744
B	ago-17	10	0,292896	0,050744
B	ago-31	10	0,249286	0,050744
B	sep-13	10	0,161335	0,050744
B	sep-28	6	0,000000	0,065510
C	jul-06	10	0,024104	0,050744
C	jul-20	10	0,052601	0,050744
C	ago-03	10	0,215671	0,050744
C	ago-17	10	0,221520	0,050744
C	ago-31	10	0,209785	0,050744
C	sep-13	10	0,106902	0,050744
C	sep-28	10	0,227626	0,050744

ANEXO 9 RESULTADOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : PAMELA CAMPOS GONZALES

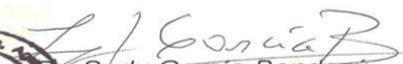
Departamento : LIMA
 Distrito : VENTANILLA
 Referencia : H.R. 59122-075SC-17

Provincia : CALLAO
 Predio : AA.HH LEANDRA ORTEGA
 Fecha : 23/06/17

Bolt: 447

Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
4828	7.69	8.12	0.00	0.29	2.1	271	83	8	9	A.Fr.	6.40	4.01	1.50	0.45	0.44	0.00	6.40	6.40	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso


 Sady Garcia Bendezu
 Jefe del Laboratorio



Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 1: Caracterización de suelos de lomas de Ventanilla.

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, Plantas, Agua y fertilizantes (LASPAF) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Molina 2017.

ANEXO 10 GLOSARIO

Cuadrantes: Es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos.

Densidad: Es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie. En este documento se entiende como el número de individuos por metro cuadrado. Es utilizado cuando la especie está formada por individuos que pueden cuantificarse fácilmente.

Diversidad alfa: Es la riqueza de especies de una comunidad a la que consideramos homogénea, también definida como la diversidad dentro de una comunidad particular, es decir a nivel local.

Endemismo: Cuando una especie de las lomas costeras, se distribuye exclusivamente en el Perú. Esta condición le confiere un alto valor para su condición.

Equidad: Se entiende como la distribución de la proporción del valor de importancia de una especie. Se dice que mientras más equitativa una comunidad, será más diversa.

Estacionalidad: La comunidad no solo varía en el espacio, sino también en el tiempo, por lo que el comportamiento fenológico de las especies juega un papel importante en el aprovechamiento de nichos en distintos momentos

Estructura: En cuanto a diversidad, se define como la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie.

Exótica: Cuando proviene de otros continentes o países diferentes al Perú.

Fenofase: Fenofase o ciclo, característica poblacional de expresividad extrema que corresponde a las fluctuaciones estacionales.

Inversión Térmica: Se refiere a la inversión de la temperatura de la atmosfera. Fenómeno que se da cuando el aire cerca del suelo se ha enfriado más rápidamente que el aire superior.

Riqueza específica: La riqueza específica (S) es un índice directo que expresa el número total de especies por sitio de muestreo, obtenido a través del censo de la comunidad.