



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN ÁREAS VERDES DE LA CIUDAD DE JULIACA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JHON CARLOS TICONA PERALTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Determinación de la densidad y caracterización del arbolado urbano en áreas verdes de la ciudad de Juliaca

AUTOR

JHON CARLOS TICONA PERALTA

RECUENTO DE PALABRAS

23128 Words

RECUENTO DE CARACTERES

119028 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

98 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 5, 2023 11:17 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 5, 2023 11:19 PM GMT-5

● 19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 9% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



Orimar Gamaliel Goyzueta Camacho
COLBIOP N° 1142
Dr. Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente



DEDICATORIA

A mi madre por estar cada momento de necesidad conmigo, a mi padre por ser la persona que me motivo a ser la mejor versión de mí mismo cada día y a mi esposa por ayudarme día a día a lograrlo.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a cada una de las personas que ayudo a hacer mi investigación posible, en especial a mi esposa y compañera Tania Yerba.

A la Municipalidad provincial de San Román por brindarme facilidades para realizar mi investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 18

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 19

2.1.1. Caracterización del arbolado urbano 19

2.1.2. Determinación de la densidad 22

2.2. MARCO TEORICO 25

2.2.1. Importancia del arbolado urbano 25

2.2.2. Los servicios ecosistémicos que brindan los árboles..... 26

2.2.3. Arborización Urbana 27

2.2.4. Densidad de masas arboreas 28

2.2.5. Descripción taxonómica y botánica de especies implicadas en la
investigación. 29



2.2.5.1. Descripción botánica <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. 1849	29
2.2.5.2. Taxonomía de <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. 1849	30
2.2.5.3. Descripción botánica de <i>Pinus radiata</i> . D. Don. 1836	30
2.2.5.4. Taxonomía de <i>Pinus Radiata</i> . D. Don. 1836	31
2.2.5.5. Descripción botánica de <i>Sáliz babylonica</i> . C. Linneo 1753	31
2.2.5.6. Taxonomía de <i>Sáliz babylonica</i> C. Linneo 1753	32
2.2.5.7. Descripción botánica de <i>Malus domestica</i> Borkh. 1803	32
2.2.5.8. Taxonomía de <i>Malus domestica</i> Borkh. 1803	33
2.2.5.9. Descripción botánica de <i>Populus nigra</i> L. 1753	33
2.2.5.10. Taxonomía de <i>Populus nigra</i> L. 1753	35
2.2.5.11. Descripción botánica de <i>Budleja coriacea</i> J.Rémy, 1847	35
2.2.5.12. Taxonomía de <i>Budleja coriacea</i> J.Rémy,1947	36
2.3. MARCO CONCEPTUAL	37
2.3.1. Área verde	37
2.3.2. Bosque urbano	37
2.3.3. Densidad arbórea	37
2.3.4. Cobertura arbórea	37
2.3.5. Dosel arbóreo	38
2.3.6. Vigor de un árbol	38
2.3.7. Servicios ambientales	38
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. LUGAR DE ESTUDIO	39
3.2. SELECCIÓN DE AREAS VERDES TAMAÑO DE MUESTRA	40
3.3. METODOLOGÍA	44



3.3.1. Registro de variables	45
3.3.1.1. Variables cuantitativas.....	45
3.3.1.2. Variables cualitativas.....	48
3.4. FRECUENCIA DE MUESTREO.....	55
3.5. APLICACIÓN DE LA PRUEBA BIOESTADÍSTICA PARA CONTRASTAR HIPÓTESIS.....	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO DE LAS ÁREAS VERDES.	57
4.1.1. Composición e identificación de especies arbóreas	57
4.1.2. Evaluación de la etapa de vida del arbolado en las áreas verdes.....	59
4.1.3. Evaluación del estado sanitario del tronco y la copa del arbolado en las áreas verdes.	61
4.1.3.1. Estado sanitario del tronco.....	61
4.1.3.2. Estado sanitario de la copa.....	63
4.1.4. Evaluación del estado físico o estructural del tronco y la copa del arbolado en las áreas verdes.	65
4.1.4.1. Estado estructural del tronco.....	65
4.1.4.2. Estado estructural de la copa.....	67
4.1.5. Evaluación del vigor del arbolado en las áreas verdes.	68
4.2. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD GENERAL, DENSIDAD BASAL, DENSIDAD DE COPA ARBÓREA Y DISTANCIA MEDIA EN CORRELACIÓN CON EL VIGOR DE LOS ÁRBOLES.....	70
4.2.1. Densidad general.	70
4.2.1.1. Prueba de normalidad de datos.	70



4.2.3. Densidad de copa.....	74
4.2.4. Distancia media.	75
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	88

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUB LÍNEA: Gestión Ambiental

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 08 de junio del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Áreas verdes de la ciudad de Juliaca.....	40
Figura 2. Método triangulo rectángulo para obtener la altura del árbol.	46
Figura 3. Medida de diámetro de copa	47
Figura 4. Procedimiento para tomar las distancias entre árboles en los sitios de muestreo (Zamora, 2015).	48
Figura 5. Frecuencias de especies arbóreas identificadas.....	58
Figura 6. Frecuencia de los individuos en cada una de las etapas de vida.	60
Figura 7. Frecuencia de los estados sanitarios del tronco.....	62
Figura 8. Frecuencias del estado sanitario de la copa.....	64
Figura 9. Frecuencias del estado físico o estructural del tronco.....	66
Figura 10. Frecuencias del estado físico o estructural de la copa.....	67
Figura 11. Frecuencias del estado de vigor de los individuos.	69
Figura 12. Histograma y curva de normalidad de datos sobre la densidad basal para prueba Kolmogorov-Smirnov.	72
Figura 13. Histograma y curva de normalidad de datos sobre densidad de copa para prueba Kolmogorov-Smirnov.	72
Figura 14. Histograma y curva de normalidad de datos sobre distancia media para prueba Kolmogorov-Smirnov	73
Figura 15. Mapa de densidad de arbolado de Juliaca.	91
Figura 16. Toma de medidas DAP de especie <i>Pinus radiata</i> en inmediaciones del parque el Pulmoncito.	93
Figura 17. Toma de medidas de altura de especie <i>Pinus radiata</i> en inmediaciones del parque el Pulmoncito.	93



Figura 18. Toma de medidas de Distancia media en inmediaciones del Parque el Pulmoncito.	93
Figura 19. Toma de medidas de altura en inmediaciones del Parque Amauta.....	93
Figura 20. Toma de medidas DAP en inmediaciones del Parque Amauta.....	94
Figura 21. Toma de medidas de altura en inmediaciones de Avenida Nueva Zelandia.	94
Figura 22. Toma de medidas de la densidad de copa en inmediaciones de Avenida Nueva Zelandia.	94
Figura 23. Toma de distancia media en inmediaciones de Avenida Nueva Zelandia.	94
Figura 24. Toma de medidas de densidad de copa este-oeste en inmediaciones de la Avenida Nueva Zelandia.	95
Figura 25. Toma de medidas de altura en inmediaciones de Avenida Circunvalación..	95
Figura 26. Toma de medidas de distancia media en inmediaciones de la Avenida Circunvalación.	95
Figura 27. Toma de medidas de altura especie <i>Sáliz babylonica</i> en inmediaciones de Parque el Triciclista.....	95
Figura 28. Toma de medidas DAP en inmediaciones del Parque el Triciclista.	96
Figura 29. Toma de medidas de distancia media en inmediaciones de Avenida Aviación.	96
Figura 30. Toma de medida de distancia media en inmediaciones de la Avenida Aviación.	96
Figura 31. Toma de medidas de distancia media en inmediaciones de Avenida Aviación.	96



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías para la clasificación por tamaños de las áreas verdes.	42
Tabla 2. Áreas verdes seleccionadas para el estudio.....	43
Tabla 3. Categorías y criterios para determinar la etapa de vida en árboles (Zamora, 2015).....	49
Tabla 4. Descripción de los criterios de evaluación para el estado sanitario del tronco (Zamora, 2015).	50
Tabla 5. Descripción de los criterios de evaluación para el estado sanitario de la copa (Zamora, 2015).	51
Tabla 6. Descripción de los criterios de evaluación para el estado físico o estructural del tronco (Zamora, 2015).	52
Tabla 7. Descripción de los criterios de evaluación para el estado físico o estructural de la copa (Zamora, 2015).	53
Tabla 8. Descripción de los criterios de evaluación para el estado de vigora.....	54
Tabla 9. Frecuencias absolutas Fab (%) y relativas FRe (%) de las especies arbóreas registradas en las áreas verdes de la municipalidad de Juliaca. La letra E indica un origen exótico y la N nativo de la zona geográfica.....	57
Tabla 10. Frecuencias relativas (%) Etapa de vida de individuos arbóreos por área.	59
Tabla 11. Frecuencias relativas (%) del estado sanitario del tronco de los individuos estudiados por área.	61
Tabla 12. Frecuencias relativas del estado sanitario de la copa de los individuos estudiados por área.	63
Tabla 13. Frecuencias relativas (%) del estado físico y estructural del tronco de los individuos estudiados por área.....	65



Tabla 14. Frecuencias relativas (%) del estado físico y estructural de la copa de los individuos estudiados por área.....	67
Tabla 15. Frecuencias relativas (%) del vigor de los individuos estudiados por área....	69
Tabla 16. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de datos de densidad basal, densidad de copa, distancia media y vigor de los individuos.	71
Tabla 17. Prueba de Rho de Spearman para determinar relación entre el vigor con respecto a la densidad basal.	73
Tabla 18. Prueba de Rho de Spearman para determinar relación entre el vigor con respecto a la densidad de copa.	75
Tabla 19. Prueba de Rho de Spearman para determinar relación entre el vigor con respecto a la distancia media.	76
Tabla 20. Áreas verdes de la administración de la Municipalidad de San Román.	88
Tabla 21. Formato de campo para compilación de datos forestales.....	90
Tabla 22. Formato de campo para descripción cualitativa de individuos forestales.....	90
Tabla 23. Datos obtenidos al realizar el inventario de individuos arbóreos de las áreas verdes de la ciudad de Juliaca.	92



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DAP:	Diámetro a la altura del pecho
m:	Metros
mm:	Milímetros
NTP:	Normas técnicas peruanas
SIG:	Sistema de información geográfica
UICN:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
CITEs:	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres



RESUMEN

La investigación se realizó en la arborización urbana de 36 áreas verdes en Juliaca, el objetivo fue caracterizar el arbolado de las áreas verdes, determinar la influencia de la densidad y el tamaño del área verde sobre el vigor de los árboles de la ciudad de Juliaca. Se realizó un inventario de las áreas seleccionadas aleatoriamente, empleando el método de triangulo rectángulo para altura mediante un altímetro; cinta diamétrica para DAP y densidad para cobertura, así mismo el uso del software ArcGIS, SPSS y Infostat, se obtuvo en total de 856 individuos vivos y 39 muertos en pie, los cuales correspondieron a 6 Géneros, 6 Familias y 6 Especies donde las más representativa fue *Pinus radiata* (57.2%) y *Cupressus macrocarpa* (32.1%); se categorizaron las variables cuantitativas, se aplicó la prueba de Chi cuadrado (χ_c^2), donde la etapa de vida tiene una dependencia respecto al tamaño de las áreas ($p=0.0001$ $gl=9$ $\alpha=0.05$) $\chi_c^2 = 37.36$, la etapa más representativa fue maduro (39.3%); el estado sanitario del tronco y la copa ($p=0.0001$ $gl=9$ $\alpha=0.05$) $\chi_c^2 = 143.60$, donde existe una dependencia del tronco y la copa respecto al tamaño del área verde, el estado sanitario más representativo fue bueno (43.3%) para el tronco y regular (35.2%) para la copa; el estado físico o estructural del tronco y de la copa tuvo dependencia respecto al tamaño de las áreas ($p=0.0001$ $gl=9$ $\alpha=0.05$) $\chi_c^2 = 39.30$ donde el estado regular (32.5%) fue el más representativo para el tronco y bueno (36%) fue el más representativo para la copa; por último el vigor es dependiente del tamaño de las áreas ($p=0.0001$ $gl=12$ $\alpha=0.05$) $\chi_c^2 = 56.50$ donde la mayor representación la tuvo declinante moderado (27.5%). La densidad basal mostro una correlación inversa muy baja respecto al vigor de los árboles mediante la prueba rho de Spearman ($p=0.001$ $\alpha=0.05$) $R_s = -0.138$, la densidad de la copa $R_s = 0.084$ ($p= -0.058$ $\alpha=0.05$) y la distancia media $R_s = 0.018$ de los árboles no tuvo una relación respecto al vigor de los árboles ($p=0.598$ $\alpha=0.05$); las áreas grandes y muy grandes están bien conservadas con todos los estados óptimos; las áreas pequeñas y medianas necesitan poda, mantenimiento sanitario y estructural; la densidad basal, la densidad de copa y distancia media no influyen sobre el vigor de los árboles; la presente investigación contribuye a reestructurar la gestión de las áreas verdes tomando énfasis en las áreas pequeñas y medianas iniciando así la actividades culturales como poda y mantenimiento tanto estructural como sanitario.

Palabras claves (Keywords)

Arbolado urbano, área verde, cobertura arbórea, dendrometría, densidad, vigor



ABSTRACT

The research was carried out in the urban arborization of 36 green areas in the city of Juliaca, the objective was to characterize the trees in the green areas of the city of Juliaca, determine the influence of the density and size of the green area on the vigor of the trees. An inventory of the randomly selected areas was carried out, using the right triangle method for height by means of an altimeter; diametric tape for DBH and density for cover, likewise the use of ArcGIS, SPSS and Infostat software, a total of 856 living individuals and 39 standing dead were obtained, which corresponded to 6 genera, 6 families and 6 species where the most representative was *Pinus radiata* (57.2%) and *Cupressus macrocarpa* (32.1%); the quantitative variables were categorized, the chi-square test (χ^2_c) was applied, where the life stage has a dependency on the size of the areas ($p=0.0001$ $gl=9$ $\alpha=0.05$) (χ^2_c) =37.36, the most representative stage was mature (39.3%); the health status of the trunk and crown ($p=0.0001$ $gl=9$ $\alpha=0.05$) (χ^2_c) =143.60, where there is a dependence of the trunk and crown on the size of the green area, the most representative health status was good (43.3 %) for the trunk and regular (35.2%) for the crown; the physical or structural state of the trunk and the crown depended on the size of the areas ($p=0.0001$ $gl=9$ $\alpha=0.05$) (χ^2_c) =39.30 where the regular state (32.5%) was the most representative for the trunk and good (36%) was the most representative for the cup; Finally, the vigor is dependent on the size of the areas ($p=0.0001$ $gl=12$ $\alpha=0.05$) (χ^2_c) =56.50 where the greatest representation was moderately declining (27.5%). The basal density showed a very low inverse with respect to the vigor of the trees using Spearman's rho test ($p=0.001$ $\alpha=0.05$) $R_s= -0.138$, the crown density $R_s= 0.084$ ($p= -0.058$ $\alpha=0.05$) and the average distance $R_s= 0.018$ of the trees did not have a relationship with respect to the vigor of the trees ($p= 0.598$ $\alpha=0.05$); large and very large areas are well preserved with all optimal states; small and medium areas need pruning, sanitary and structural maintenance; basal density, crown density and average distance do not influence the vigor of the trees; This research contributes to restructure the management of green areas, emphasizing small and medium-sized areas, thus initiating cultural activities such as pruning and both structural and sanitary maintenance.

Keywords

Dendrometry, density, green area, tree cover, urban tree, vigor.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Conway et al. (2019); L. de Saavedra-Romero et al. (2019); Calaza et al. (2018); Priego (2002) mencionan que una ciudad como sistema ambiental de perpetua complejidad y como paisaje cultural por excelencia se caracteriza en presentar indicadores fundamentales que responden una vida sana y que desde la perspectiva ambiental, empieza a distinguir a la ciudad como aquel ecosistema donde las áreas verdes son uno de los aspectos más significativos y representantes.

Si bien es cierto, estas áreas verdes se articulan uno de los sistemas que garantizan la sostenibilidad de los núcleos urbanos, que indican calidad ambiental, se comportan como componentes medulares de la infraestructura ecológica de las ciudades y que a través de esta permiten el sustento y buen funcionamiento de los ecosistemas urbanos, constituyendo la base de un desarrollo equilibrado (Román-Guillén et al., 2019; Templeton et al., 2019; Zhou & Cao, 2020; Jin & Yang, 2020).

Dentro de la ciudad, a una pequeña escala, cada objeto como los árboles son parte de la infraestructura ecológica urbana que en general se caracteriza por poseer especiales flujos e intercambios de materia y energía en cada componente de la ciudad (parques, jardines, plazas, bermas, etc.) así lo mencionan Mena et al. (2011); Benedetti et al. (2016); Landry et al. (2020).

Nuestra calidad de vida, estado de ánimo y salud depende en una importante medida de la cantidad de árboles que tenemos a nuestro alrededor (Romero et al., 2016), que están presentes en las áreas verdes como infraestructura ecológica. Entendimos que el futuro no puede estar constituido de progreso a base de plástico, de asfalto, de cemento



y de ambientes asépticos, porque dejaremos de existir y se rompería el extraño equilibrio entre el ser humano y su medio ambiente modificado en el que habita (González, 2018).

A partir de la devaluación de la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes en las ciudades, hace que se reconozca la importancia del arbolado urbano que se ubica dentro de espacios públicos como las áreas verdes (Benavides et al., 1994). Benavides (1989) y Mcpherson (2006) mencionan que el arbolado y otras especies de ornamento, están estrechamente relacionados con servicios ecosistémicos que ayudarían a mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida en los núcleos urbanos y las zonas periurbanas.

En la actualidad el termino área verde en nuestro medio tiene una definición básica y por ende no tiene una debida importancia dentro de la gestión y gobernanza a nivel de las municipalidades (Retamero, 2016), no obstante, Romero et al. (2016) mencionan que hoy en día cada vez se le toma más importancia al medio ambiente, los espacios verdes y las diferentes estructuras vivas que coexisten en las zonas urbanas.

La ciudad de Juliaca requiere una fuente de información íntegra con respecto a las características del arbolado urbano para la toma de decisiones, es por ello que cuentan con ordenanzas municipales que no se abastecen para la gestión eficaz y maximización de beneficios de estas áreas verdes. Uno de los problemas de esta ciudad es la falta de áreas verdes implementadas de manera adecuada y administradas eficientemente. Es por eso que se debe planificar estratégicamente el uso de las áreas verdes, reformular en algunos casos estos espacios y el uso que se les da. La investigación que se realizó servirá como línea base para promover una gestión eficiente de estas áreas verdes y tomar en cuenta las dimensiones y composición de estas áreas para mejora de la calidad de vida de la población.



1.1. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar el arbolado de las áreas verdes y determinar la influencia de la densidad y el tamaño del área verde sobre el vigor de los árboles.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición de especies arbóreas en las áreas verdes.
- Evaluar la etapa de vida, los estados sanitarios, los estados estructurales o físicos tanto del tronco como de la copa y el vigor del arbolado en las áreas verdes
- Determinar las características dendrométricas (altura y diámetro normal) y las diferentes formas de densidad: densidad general, densidad basal, densidad de copa arbórea y la distancia media entre individuos en las áreas verdes.
- Correlacionar la densidad general, densidad basal, densidad de copa y la distancia media con el vigor del arbolado en las áreas verdes.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Caracterización del arbolado urbano

De acuerdo con Benavides (1989), hizo el inventario del arbolado de alineación de las calles de Iowa en Estados Unidos de América, con rastreos anuales, donde se manifestaron las condiciones generales de los árboles y recomendaciones de manejo, tomando 39 000 árboles al azar. Las especies que seleccionaron para las nuevas plantaciones según el estudio, fueron en base al mínimo de necesidades de mantenimiento y estas fueron: *Morus sp*, *Thuja sp*, *Fraxinus americana*, *Acer platanoides* y *Celtis occidentalis*.

Siguiendo en el tiempo se encuentra el trabajo de McPherson et al. (1994) quienes realizaron entre los años 1991 a 1994 el Proyecto Climático del Bosque Urbano de Chicago, donde se dio a conocer, cómo la vegetación dentro de las ciudades se relaciona en el hábitat humano, se registraron un aproximado de 50.8 millones de árboles en toda la superficie de los condados de Cook y DuPage, encontraron que el 66% del total estaban en buenas y excelentes condiciones. Este estudio se aprovechó como base en el fortalecimiento de las políticas y programas de manejo de los árboles urbanos en Chicago.

Martínez (2005) realizó una investigación donde diagnóstico el arbolado urbano de las vías de acceso a la comuna de Maipú en Chile tomando en cuenta las predilecciones de los habitantes, registró un total de 8 598 árboles donde las especies más frecuentes fueron *Robinia pseudoacacia* (16.6%), *Schinus molle* (9%) y *Platanus acerifolia* (7.5%), el promedio de altura se encontró entre los 4 y 8 metros, del total de árboles el 46.5% presentaron condición regular y un 31.8% mal estado; las principales tareas de



mantenimiento son el control de insectos y/o enfermedades en el 90.6% de los árboles, la poda de levantamiento en el 80.2%, la reparación de heridas en el 76.8% y poda de limpieza en el 60%. En cuanto las predilecciones de los habitantes se evidenciaron que son necesarios los trabajos comunitarios de sensibilización, educación y capacitación para manejar los árboles.

Durante el año 2010 se realizó un inventario forestal urbano en los 390 barrios de San José Costa Rica, se registraron todos los individuos ubicados en banquetas y espacios verdes, consideraron árboles, arbustos, palmas y otro tipo de plantas. Se censaron 47 901 individuos de 485 especies distribuidas en 101 familias, el 58% de los ejemplares son exóticos y 42% nativas. Se identificaron 22 682 ejemplares de árboles, 13 961 de arbustos, 9 002 palmas y 1 467 hierbas o plantas menores. Las lesiones mecánicas en los troncos son la principal causa de las condiciones sanitarias negativas, finalmente el 18% de los individuos producen daños e interferencias a los postes de luz, cableado eléctrico, banquetas, rótulos, basureros y muros de las casas (Sánchez & Artavia, 2013).

Zamora (2015) encontró un total de 1 639 arboles de los caules estaban muertos en pie 69 pertenecientes a 50 especies donde las mas frecuentes fueron *Fraxinus uhdei* (28.86%), *Cupressus lucitanica* (19.46%) , *Ligustrum lucidum* (11.17%), *Ulmus parvifolia* (7.44%) y *Eucaliptus camaldulensis* (5.85%) a su vez la etapa de vida con frecuencia en la poblacion arborea fue el estado maduro (73.28%) y la menor etapa de vida fue la senil (1.2%). Respecto a la condicion sanitaria del tronco y la copa ambas se encontraron en condicion regular la cual mejora mientras mas grande sea el tamaño del area verde; por otro lado la condicion fisica y estructural se encontraban de forma regular a buena en todas las areas verdes.



Un estudio de López-López et al. (2018) donde los resultados del inventario indican que el reservorio de carbono en el área verde de estudio es importante, al menos con respecto a la cantidad de CO² que se emite de manera local. Además, para la especie dominante, *Fraxinus uhdei*, se compararon las estimaciones de biomasa de ecuaciones generadas en bosques naturales y urbanos con las obtenidas en siete árboles del sitio; la ecuación de ambientes urbanos generó una mejor estimación.

En la actualidad las investigaciones se centran en variables con respecto al tiempo como Duan & Tan (2020) Los resultados de este estudio revelan que cobertura forestal urbana promedio en China fue del 19.7% en 2010 y que existían claras diferencias entre sur de China (27.6%) y norte de China (11.1%). Los factores que subyacen a las diferencias de cobertura forestal urbana entre las ciudades chinas son complicadas. Los datos muestran que los factores biogeoclimáticos han ejercido el mayor impacto mientras que los efectos de los factores socioeconómicos en general han sido débiles.

En el estudio de Verdesoto et al. (2020) se obtuvo la información dasométrica de los árboles de los 10 parques públicos existentes en el cantón; se aplicó el análisis cartográfico a partir de la elaboración de mapas, con base en la georreferenciación de las áreas verdes, que nos ayudó a la interpretación total del arbolado por cada parque y se determinó el índice de valor de importancia ecológica de las especies arbóreas encontradas en la zona de estudio, donde la especie *Azadirachta indica* A. Juss. (NEEN) fue la más representativa con 52.22 % y el *Citrus limon* L. (Limón) con 1.68 %, la menos representativa.

A un nivel local se realizó una investigación de tesina sobre captura de dióxido de carbono en relación a la biomasa aérea de las especies forestales predominantes del ornato urbano en Juliaca realizada por Yana (2019) observando el resultado donde se



inventariaron las especies forestales *Cassia hookeriana* Gill, *Cupressus macrocarpa* Hartw, *Cytisus canariensis* (L) O. Kuntze, *Pinus radiata* D. Don, *Polylepis incana* HBK y *Salix babylonica* L, de los que se precisó su estado sanitario y dimensiones alométricas.

2.1.2. Determinación de la densidad

Tomando en cuenta la densidad de la copa para adaptar y aplicar una metodología respecto a la medición de la densidad, la condición y la relación con la muerte regresiva que indica la pérdida de vigor Benedetti & Campo de Ferreras (2007) realizaron un inventario, todo dentro de parcelas que ellos seleccionaron aleatoriamente en el bosque de San Juan encontrando valores promedio de 56.37% proporción de copa viva (pcv), 44.38% densidad de copa (dnc), 4.04% muerte regresiva (mrg) y 38.4% transparencia de copa (trc). Solo la proporción de copa viva alcanzó los estándares establecidos de salud arbórea encontrados en otros estudios, mientras que la densidad de copa fue baja y los valores de transparencia de copa y muerte regresiva altos. Adicional a ello, se observó una relación entre densidad de copa (dnc), muerte regresiva (mrg) y transparencia de copa (trc) con el vigor de los árboles o calidad de árboles con un valor de Rho de Spearman 2.56 estableciendo una relación positiva.

Cortorreal et al. (2016) determinan y establecen las relaciones que tienen los árboles en espacios verdes respecto a su entorno tomando en cuenta variables de densidad de copa y basal (frondosidad) y las especies que habitan relacionando estas variables con el estado general del árbol (vigor), encontrando un total de 9 especies *Celtis australis*, *Platanus hispánica*, *Sophora japónica*, *Quercus ilex*, *Schinus Molle*, *Parkinsonia aculeata*, *Tilia europea*, *Brachychiton populneus*, *Cercis siliquastrum*, acto seguido obtienen que la densidad basal y la densidad de copa son indicadores de calidad del estado general de los árboles y que influyen en la calidad de espacios verdes con un valor de



Pearson de 0.57, desechando la hipótesis de que la distancia entre árboles influya en el vigor del arbolado en general.

McPherson et al. (2016), realizaron una compilación de inventarios en 50 ciudades de California, Estados Unidos de América con 929 823 datos de árboles en las calles. Obtuvieron que la densidad de árboles en las calles se redujo de 65.6 a 46.6 árboles por kilómetro, es decir, un 30%. A nivel estatal el único árbol que comprende más del 10% del total sugerido como una especie buena y diversa es el Plátano (*Platanus hispanica*). Sin embargo, en proporción, 39 de las comunidades son dependientes de una sola especie. Encontraron que algunas de las implicaciones en el manejo incluyen la plantación de 16 millones de árboles en espacios libres y/o remplazo, así mismo es necesario invertir en la poda de formación estructural de la población de árboles jóvenes ya que así se reducirán los costos subsecuentes cuando estos árboles maduren.

Lara B. (2017) determina que los olmos (familia Ulmaceae) son los árboles más abundantes en los parques de Toledo, y que la contribución más importante es la densidad basal que procede de los plátanos de sombra, de los cipreses y arizónicas (familia Cupressaceae), debido a su rápido desarrollo. De los cinco parques estudiados, en los tres con mayor densidad arbórea, obtuvieron un valor medio de densidad de copa 22.5 m^2 . Mientras que, en los dos restantes, los valores de densidad basal obtenidos han sido bajos 0.11 m^2 , en correspondencia con su baja densidad de árboles y con una combinación de especies ornamentales exóticas y autóctonas. En el diseño de nuevos espacios verdes es recomendable combinar el uso de diferentes especies, evitando grandes superficies de una única especie y utilizar especies entomófilas.

Leal Elizondo et al. (2018) Recabaron información dasométrica de áreas verdes urbanas y parques públicos; se trabajó con seis camellones, 14 parques y 25 plazas con



una superficie de 273 904 m² . Donde se registró el diámetro normal (d1.30), la altura total (h) y el diámetro de copa (dcopa). Se calculó la densidad de especies vegetales por área verde urbana y su número total. La diversidad fue evaluada mediante los índices de Shannon-Weiner y de Margalef. El total de individuos fue de 2 066, pertenecientes a 41 especies, 34 géneros y 25 familias. La más representativa fue Fabaceae con seis taxones; *Fraxinus americana* (fresno) es sobresaliente desde el punto de vista ecológico, con 25.67 N ha⁻¹ , que representa 34.03 % de la abundancia total, 1 225.38 m² ha⁻¹ que equivale a 46.93 % de dominancia y 30.91 % de IVI; seguida de *Quercus virginiana* con 22.46 % y *Washingtonia robusta* con 11.56 %. El índice de ShannonWeiner registró un valor de H' = 1.99 y H'max = 3.17, y el índice de Margalef DMg = 5.24.

Zhang et al. (2020) demostraron que la distribución de la cubierta de arbolado en Nanjing estaba relativamente dispersa y disminuyó en 94 km² con densidades basales que cada año fueron manteniéndose y en algunos casos disminuyéndose un 30%, mientras que el área de la superficie impermeable urbana aumentó en 893 km² de 1987 a 2017, lo que resultó en los bosques están rodeados o invadidos gradualmente por áreas la superficie impermeable urbana. El principal bosque morfológico espacial se identificó como núcleo, con muchos núcleos de área pequeña. Además, los islotes exhibieron una mayor proporción de 0,18, y esto sugería que la fragmentación de los bosques de Nanjing era grave que las áreas estaban reduciéndose cada año y la densidad del arbolado se veía afectada en más del 50%.

En la investigación de Chen et al. (2020) observamos dos hallazgos importantes. Primero, la cobertura del dosel y la densidad de carbono demostraron un nivel generalmente débil de correlación entre varios tipos de vecindarios residenciales, aunque dicha relación se volvió relativamente más fuerte en áreas con un mayor nivel de intensidad de desarrollo. En segundo lugar, los factores ecológicos (por ejemplo, paisaje



patrones espaciales) dominan los modelos estadísticos que explican la variación tanto en la cobertura del dosel como en densidad de carbono en comparación con factores socioeconómicos urbanos (por ejemplo, ingresos y edad). Sin embargo, los modelos y los factores explicativos fueron diferentes para los dos parámetros forestales, y variaron entre vecindarios de diversas intensidades de desarrollo. Con base en estos hallazgos, argumentamos que la cobertura del dosel y la densidad de carbono son diferentes indicadores indirectos del funcionamiento de los bosques en el entorno urbano, y deben tratarse de forma independiente.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Importancia del arbolado urbano

El Perú indudablemente posee singulares características al momento de conformar un tipo de cobertura artificial dentro de sus urbes por medio de áreas verdes (plazas, parques, bermas, etc.) no obstante, carecen de importancia, muchos otros países brindan mediante estas áreas verdes calidad de vida óptima para sus ciudadanos y en la mayoría de casos reflejan el desarrollo de estos países de una manera peculiar, es así, cuando damos un lectura y revisión a las diferentes normas y reglamentos que nos rigen con respecto a estas áreas verdes y sus diferentes usos que se les pueda dar hallamos información general y redundante sobre el tema (Velásquez, 2008).

Las zonas verdes en las ciudades aminoran los impactos al ecosistema que las actividades urbanas generan, tales como el alto consumo de energía para la producción de bienes y servicios, la intensificación del transporte, la generación de desechos, así como la formación de islas de calor, ruido, contaminación del aire y de los mantos freáticos; efectos que representan riesgos para la salud humana. Una ciudad arbolada contribuye a la biodiversidad, que es un importante indicador de ciudad ecológicamente sostenible (Cabrera et al., 2020).



2.2.2. Los servicios ecosistémicos que brindan los árboles

Es importante mencionar sobre los servicios ambientales que nos brindan los árboles y cuales son de mayor relevancia, para resaltar la importancia de su cuantificación, así mismo, para promover el mejor funcionamiento y utilidad en la ciudad, porque, contribuyen a que la calidad de vida sea mejorada (Reyes & Gutiérrez, 2010).

Se destacan los siguientes servicios ecosistémicos (Secretaría De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, 2013):

- Captura de Carbono
- Regulación de la temperatura
- Provisión de agua en calidad y cantidad
- Generación de oxígeno
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
- Protección y recuperación de suelos (estabilización de taludes)
- Barrera contra ruidos (diversos estudios señalan que se logra una disminución del ruido hasta por 10 a 12 decibeles con la plantación estratégica de árboles)
- Biodiversidad
- Paisaje y recreación

Una forma de conservar la provisión de estos beneficios de manera sostenible sería implementar una estrategia la integración de una red interconectada de áreas verdes dentro de las ciudades. La interconexión de los parques, jardines e inclusive plazas a través de corredores verdes en las vías, consentiría la circulación de los flujos de energía, especies y nutrientes, necesarios para mantener un hábitat modificado pero necesario para los núcleos urbanos (Cabrera et al., 2020)



2.2.3. Arborización Urbana

Sin ser del todo íntegros, poseemos la concepción de que la arborización urbana y el manejo de los árboles lograrían colaborar con el bienestar económico, sociológico y fisiológico de la sociedad que se desarrolla en el medio urbano (Kara, 2016).

La arborización tiene que ver con los bosques, otras agrupaciones menores de árboles y los árboles individuales presentes ahí, donde se desarrolla la urbe. Esta concepción tiene muchos aspectos, porque las áreas verdes urbanas constan con arborización e incluyen una gran diversidad de hábitats, espacios y funciones en los cuales, los árboles producen una gran pluralidad de beneficios, pero también de problemas que es preciso evitar (Morgan, 2021).

No obstante, para el conveniente aprovechamiento de la arborización en las áreas verdes de las urbes es necesario partir de, contemplar la particularidad funcional de los elementos de la estructura urbana, porque en función de ello, tendremos las condiciones necesarias para seleccionar el espécimen más adecuado de acuerdo con el sitio en el que, por su función, tendrán que llevarse a cabo trabajos de arborización (González, 2018). En estos términos, es imperativo considerar que los mecanismos de la estructura urbana se interrelacionan de forma dinámica e interdependiente constituyendo una unidad funcional donde el espacio (área verde), tiene un rol fundamental al integrarse como la expresión física de la ciudad, además del sitio donde la población con sus diferentes actividades se interrelaciona (Schjetnan, 1984).

Es importante mencionar que las arborizaciones urbanas varían de ciudad a ciudad de una forma muy particular ya que esto depende directamente de la elección de estas especies dentro de los viveros donde se hacen trabajos extensivos e intensivos de clonación mediante esquejes, semillas, etc. (Lam-Díaz, 2005). Esta es la causa que entre



las investigaciones exista tanta variabilidad entre especies que se puedan encontrar al momento de hacer una evaluación de la diversidad o una caracterización arbórea, en muchos viveros que son bien atendidos se logran adaptar especies muy exóticas como el árbol de las moras, muchas otras solo se tienen las especies de amplia distribución como el pino o el ciprés (Kara, 2016).

Es necesario mencionar que la altitud y latitud tienen un rol importante en la adaptación de especies dentro de los viveros, haciendo dificultosa la comparación de trabajos realizados, en ciudades que tienen estas características antes mencionadas muy diferentes (Schjetnan, 1984).

2.2.4. Densidad de masas arbóreas

La densidad es un indicador fiable del grado de ocupación del arbolado de un lugar específico en un tiempo dado como el caso de las áreas verdes, además, es una de las pocas variables que representan de manera sencilla y objetiva la estructura de las áreas forestales. En la actualidad existen varios procedimientos para describirla, pero es evidente que los de uso más frecuente son el Índice de Densidad de Rodales de Reineke (1933), la Relación Área/Árbol propuesta por Chismas & Schumacher (1940), el factor de competencia de copas de Krajicek (1961) y el Índice de Densidad Relativa de Curtis (1970).

Las guías de densidad se consideran una herramienta interesante, segura y práctica en la planeación de los procedimientos arbóreos para ser aplicados y precisa el número de árboles por unidad de superficie en un bosque, rodal, etc. (Chauchard, 2001). Debido a que suministran y aportan información con respecto a las densidades mínimas y máximas, así como el porcentaje de árboles que se deben excluir en cada etapa de desarrollo del arbolado; esto permite conseguir la mayor productividad de los bosques o



en el caso de la investigación que se realizó la productividad del arbolado urbano (Torres, 2001). Asimismo, estas guías son un componente importante para la administración de áreas verdes, bosques y rodales, ya que con dichas guías se pueden establecer esquemas de manejo arbóreo (Reineke, 1933).

2.2.5. Descripción taxonómica y botánica de especies implicadas en la investigación.

2.2.5.1. Descripción botánica *Cupressus macrocarpa* Hartw. 1849

Es un árbol con alturas hasta 25 m, con una vida de hasta 300 años, posee un frondosidad perenne. Es tendenciosa a plagas como la lepidóptera (*Laspeyresia cupressana*) las cual durante su desarrollo forma galerías, también es sensible y atraído al cancro (*Coryneum cardinale*), solo afronta dicha plaga los cipreces que estan ubicados en la costa, debido a que la sal interviene en el establecimiento del hongo (Filer, 2013).

Es originario del suroeste de EE.UU, Puede crecer en alturas de entre 500 a 3 500 msnm, su crecimiento se a “naturalizado” en zonas templadas de algunas regiones de Latinoamérica. El desarrollo pende del apropiado drenaje del suelo (bueno-moderado), con textura arenosa a una textura franco arcillo-arenosa. También la temperatura influye, las cuales se encuentran entre las mínimas entre 0 -11 °C y máximas entre 20-32 °C, el pH no es mucha influencia en su desarrollo, no obstante si se tiene cambios bruscos de pH en el lugar de plantacion puede ver perjudicado el crecimiento y desarrollo. Debido a su resistencia por su robustez es propicio usarlo como cercos vivos, rompe viento, barreras contra heladas y ornamental debido a la estética en su follaje (Filer, 2013).

2.2.5.2. Taxonomía de *Cupressus macrocarpa* Hartw. 1849

Reino : Pantae

Grupo : Pinophyta

Clase : Pinopsida

Orden : Pinales

Familia : Cupressaceae

Género : Cupressus

Especie : *Cupressus macrocarpa* Hartw.
1849

Nombre común : Ciprés, Ciprés de
Monterrey, Ciprés de
California, Macrocarpa
(Filer, 2013).

2.2.5.3. Descripción botánica de *Pinus radiata*. D. Don. 1836

Para hacer reseña a las dos importantes especies de pino que se localizan en Perú, se debe indicar que cuando *Pinus radiata* ha sido llevada a otros continentes, donde carecen de competidores y no hay inconvenientes patogénicos, se establecen con bastante éxito. Pero, en su hábitat natural, está listada como “en peligro” en la Lista Roja de la IUCN. Por otro lado, *Pinus radiata* es una especie de amplia distribución en Perú. Se encuentra usualmente en bosques compuestos o mixtos, agrupado con otros pinos y/o angiospermas. Esta especie se desarrolla en climas húmedos y de alturas entre 1 500 a 3 000 msnm. Es un árbol que llega a alturas de entre 30-50 m, el diámetro del fuste puede medir más de 100 cm, comprende de una corteza gris verdosa, conos ovoides, sus foliolos constan de 3 acículas por fascículo.



Su crecimiento y desarrollo es dependiente del lugar de ubicación, presenta mayor y rápido crecimiento en ubicaciones de calidad. Es nativo del estado de California EE. UU, introducidas en distintas regiones de América latina, Europa y Nueva Zelanda. Su crecimiento y desarrollo se da en suelos arcillosos con buen drenaje y zonas con precipitaciones media de 300 mm. La materia prima más utilizada de esta especie es la madera, que se emplea principalmente en la fabricación de muebles, papel tableros aglomerados, ebanistería, tapicería y muchos otros. Sus folios se emplean medicinalmente (Filer, 2013).

2.2.5.4. Taxonomía de *Pinus Radiata*. D. Don. 1836

Reino : Plantae

Grupo : Gymnospermae,

Clase : Equisetopsida

Orden : PinalesGorozh

Familia : Pinaceae

Género : Pinus L.

Especie : *Pinus radiata* D. Don 1836

Nombre común : Pino, Pino de Monterrey (Filer, 2013).

2.2.5.5. Descripción botánica de *Sáliz babylonica*. C. Linneo 1753

Es un árbol dioico perennifolio, llega a alcanzar alturas de 9 a 12 m de altura, con una corteza rugosa y gris, con copas anchas ligeramente abierta, contiene hojas escuetas, alternas y lanceoladas finamente dentadas de 9-10 cm de largo y 1-1.5 cm de ancho, con ramas colgantes que pueden llegar hasta la superficie del suelo, por la cual se le atribuye el nombre de sauce llorón



(Parramon, 2005). Es originaria del norte de china, con el tiempo se extendió por centro de América como México y otras regiones de América del sur como Chile, Perú y Argentina. Se propagan mediante esquejes de árboles femeninos, se adapta sin dificultades a climas fríos o calientes, pero la exigencia para su desarrollo son suelos húmedos de afinidad a suelos arenosos y de mucho riego, en excepciones pueden tolerar superficies secas, la cual faculta a sus raíces invadir drenajes, tuberías y otras instalaciones en busca de agua, originando daños y problemas. Es propenso al ataque de plagas como el Gibson *Corythucha salicata* como chupadores o defoliadores. Mayormente en agroforestería se utiliza como un elemento ornamental (Parramon, 2005).

2.2.5.6. Taxonomía de *Salix babylonica* C. Linneo 1753

Reino	: Plantae
Grupo	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Malpighiales
Familia	: Salicaceae
Género	: Salix
Especie	: <i>Salix babylonica</i> C. Linneo 1753
Nombre común	: Sauce llorón, sauce negro, sauce criollo. (Parramon, 2005).

2.2.5.7. Descripción botánica de *Malus domestica* Borkh. 1803

Árbol caducifolio; con un tronco de corteza agrietada que se desprende en placas; copa abierta, ramas casi horizontales. Hojas alternas, pecioladas, limbo ovado-elíptico, margen aserrado. Inflorescencia corimbo umbeliforme

axilar. Flores, pentámeras, epíginas, hermafroditas y actinomorfas. Cáliz con sépalos tomentosos en la cara interna. Androceo con estambres numerosos. Fruto pomo. de Asia occidental y Europa oriental, se estima originario de las montañas del Cáucaso, desde el norte de Irán, desde el mar Caspio al mar Negro. Se conocen registros neolíticos y de la edad del bronce de su utilización en Europa. además del consumo como fruto fresco, también se utilizan en confitería y para obtener por fermentación una bebida alcohólica, la sidra. La cera y piel del fruto se utiliza en cosmética como emoliente. El extracto del fruto y la hoja se utiliza como acondicionador de la piel. La fibra del fruto se utiliza como abrasivo. Se conoce más de 6.000 variedades (H. Troiani, 2017).

2.2.5.8. Taxonomía de *Malus domestica* Borkh. 1803

Reino : Plantae

Grupo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Rosales

Familia : Rosaceae

Género : Malus

Especie : *Malus domestica* Borkh.
1803

Nombre Comun : Manzana,
manzana serrana, manzana
rosada (H. Troiani, 2017).

2.2.5.9. Descripción botánica de *Populus nigra* L. 1753

Árbol caducifolio y dioico. Tronco con corteza grisácea y agrietada; yemas estrechamente elípticas, glabras. Hojas alternas, largamente pecioladas, limbo deltado y ovado-rómbico, algo serrado o festoneado en el margen.



Inflorescencia amento. Flores estaminadas con 6-20 estambres con anteras purpúreas. Flores pistiladas con 2 estigmas. Fruto cápsula; semillas con un penacho de pelos. Originario de Europa. las ramas se han utilizado en cestería en sustitución a las del sauce. Como forestal se utiliza la madera, es de color marrón claro, porosa, ligera, blanda, frágil, poco resistente, se utiliza para carpintería ligera, fabricar cajas, embalajes, etc., para obtener chapas por desenrollamiento, pero presenta muchos nudos y se desgarran fácilmente. La combustión proporciona un carbón muy absorbente que es utilizado en farmacia. La madera se ha utilizado como fuente de celulosa y la fabricación de tableros de conglomerado (aglomerado). Las yemas contienen un pigmento que se ha utilizado para teñir la lana; las hojas también se han utilizado para teñir, en proporción cuatro veces el peso de la planta respecto a la lana, se deja remojar toda la noche, se hierven, se filtra y se añade la lana mordida, se obtiene color amarillo si se utilizó alumbre, y beige si se utilizó bicromato potásico, añadiendo posteriormente sulfato de cobre se obtiene color verde (H. Troiani, 2017).

En la cosmética el extracto de hoja, brotes y ramas se utilizan como antiseborreico y calmante, las yemas proporcionan una resina rica en derivados flavonoides (agliconas de flavonoides) y heterósidos del grupo del salicósido, empleados para ungüentos, las abejas la recogen y fabrican propóleo o cola de abeja, que han sido utilizados desde muy antiguo, contienen agliconas de flavonoides, aunque se han utilizado en biocosmética pueden producir dermatitis por la presencia de un derivado del ácido cinámico (éster del ácido, 1,1-dimetil caféico) y el polen produce alergias (H. Troiani, 2017).



2.2.5.10. Taxonomía de *Populus nigra* L. 1753

Reino : Plantae

Grupo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Malpighiales

Familia : Salicaceae

Género : *Populus*

Especie : *Populus nigra*. L. 1753

Nombre Comun : Alamo negro o chopo negro (H. Troiani, 2017).

2.2.5.11. Descripción botánica de *Budleja coriacea* J.Rémy, 1847

Son árboles o arbustos de 2 a 8 metros de altura con buen diámetro, reconocible por su copa globosa y plena de follaje color verde oscuro. Las hojas tienen en el envés blancuzco y pubescente el haz de tono verde. Las flores son chicas pero abundantes y de vivo color naranja o ambarino. Los frutos minúsculos y de color terroso. Muestra un tronco principal único, diferenciado desde la base o varios tallos principales, el diámetro en los mejores árboles puede llegar hasta 40 cm. Y excepcionalmente, puede alcanzar hasta un metro de diámetro. La corteza interna de color crema claro y la corteza externa es agrietada y de color marrón. Las ramas terminales presentan una sección circular a elíptica, zonas distales cuadrangulares de forma leve, de aproximadamente 6-10 mm, desmenuzadas, dicotómicas de color blanquecino a crema claro como lo describe, las ramas maduras son de color cenizo y regularmente agrietadas y nudosas (H. Troiani, 2017).



2.2.5.12. Taxonomía de *Buddleja coriacea* J.Rémy,1947

Reino :Plantae

Grupo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Lamiales

Familia : Buddlejaceae

Género : *Buddleja*

Especie :*Buddleja coriacea*
J.Rémy,1947

Nombre Comun :Colle, colli
(H. Troiani, 2017).



2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Área verde

En la organización y planificación del uso del suelo, las áreas verdes urbanas o espacios verdes urbanos son áreas de espacio abierto reservadas para parques, jardines, vergeles y otros "espacios verdes", incluida la vida vegetal y demás tipos de entornos naturales (Wei, 2020).

2.3.2. Bosque urbano

Un bosque urbano es un "bosque", o una colección de árboles, que se desarrollan dentro de una ciudad, pueblo o suburbio. En términos más amplios, puede incluir cualquier tipo de vegetación leñosa que progrese en los asentamientos humanos y sus alrededores (urbano y periurbano) (Lam-Díaz, 2005).

2.3.3. Densidad arbórea

Es el número de árboles que se encuentran en una superficie dada. Este es un concepto cuantitativo respecto a los árboles, también se considera a la densidad básica como el equivalente al área del DAP del árbol; la copa de un árbol cubre un área determinada, esa área es considerada como área de copa o densidad de copa (Reyes & Gutiérrez, 2010).

2.3.4. Cobertura arbórea

Es un cultivo arbóreo (cultivo de árboles) que se siembra con el objetivo de salvaguardar el suelo y optimizar la fertilidad de este, también evitar la evaporación del agua, controlar la maleza, controlar las plagas y mejorar la calidad de los hábitats que se desarrollan dentro de los árboles así mismo mejorar las condiciones de vida en general de la población. De este modo los sistemas ecológicos (de los cuales son constituyentes en



gran parte los seres humanos) son gestionados para lograr producir alimentos, piensos o fibras, sombra, mejora del paisaje, etc. (Morgan, 2021).

2.3.5. Dosel arbóreo

Es el hábitat conformado por las copas de los árboles de un bosque y es un factor ecológico importante, ya que restringe la cantidad de luz pueden adquirir los hábitats que se ubican bajo él, y condiciona los lotes de agua de lluvia que van hacia el suelo. Como secuela, los suelos de la selva y de los bosques densos tienen, cuantiosamente, una menor cantidad de vegetación que el resto de las capas del bosque (H. Troiani, 2017).

2.3.6. Vigor de un árbol

Se caracteriza por la capacidad de crecimiento de la planta, medido contra la superficie foliar y el grosor del tallo (Morgan, 2021).

2.3.7. Servicios ambientales

Son aquellos beneficios de interés social que emanan de la vida silvestre y su hábitat, tales como la conservación de los ciclos hidrológicos, la regulación climática, la regulación de los ciclos biogeoquímicos, la formación de suelo y derivados, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, la fijación de nitrógeno, el control biológico de plagas o la degradación de desechos orgánicos (Parramon, 2005).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

La ciudad de Juliaca, el distrito de Juliaca (Hullaqa en quechua y aimara) es uno de los cuatro distritos que conforman la provincia de San Román en el departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno, Perú (INEI, 2020). Se encuentra a una altitud promedio de 3 824 m s. n. m. con una superficie de 533.47 km². Y una población de 252 671 hab. (INEI, 2020). Limita por el Noroeste: distrito de Calapuja, Norte: Provincia de Azangaro, Noreste: distrito de Caminaca, Oeste: distrito de Lampa (prov. de Lampa) y distrito de Cabanilla (prov. Lampa), Este: distrito de Pusi (prov. de Huancané) y distrito de Samán (prov. de Azángaro), Suroeste distrito de Cabana, Sur: distrito de Cabana y distrito de Caracoto, Sureste: distrito de Caracoto. Con coordenadas 15°30'09"S 70°08'00"O (Municipalidad Provincial San Roman, 2020).

El total de áreas verdes distribuidas en la ciudad de Juliaca son 1 326 (**Figura 1**), no obstante, la municipalidad de San Román, solo puede hacer planificación con aquellas que tienen injerencia directa y/o administración directa, es así que solo cuenta con 71 áreas verdes de administración directa, información que nos brinda el municipio a través de la gerencia de planificación y medio ambiente (Municipalidad Provincial San Roman, 2020). En base a esta información es que se plantea el tamaño de muestra para la evaluación.



Figura 1. Ubicación de Áreas verdes de la ciudad de Juliaca.

3.2. SELECCIÓN DE AREAS VERDES TAMAÑO DE MUESTRA

Con base en un listado de áreas verdes urbanas (**Anexo I**) delimitado, proporcionado y administrado directamente por la gerencia de planificación y medio ambiente del municipio (Municipalidad Provincial San Roman, 2020), tenemos un total 71 áreas verdes determinadas por la municipalidad provincial de San Román divididas en 4 estratos (plaza, plazuela, parque y bermas) por la municipalidad mediante la sub gerencia de ordenamiento urbano y catastro, es necesario precisar que los ya mencionados estratos no se tomaran en cuenta para la presente investigación, puesto que se empleara una nueva clasificación de acuerdo al tamaño de las áreas los cuales son áreas pequeñas, medianas, grandes y muy grande (**Tabla 1**), según la investigación de Zamora (2015).

Se estimó el tamaño de muestra de áreas verdes en base a la siguiente fórmula estadística



ya que se conoce el total de la población (poblaciones finitas) (Del Castillo, 2003).

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{Z^2 \cdot p \cdot q + (N - 1)e^2}$$
$$n = \frac{q(1.96)^2 \times 71 \times 0.95 \times 0.05}{(1.96)^2(0.95 \times 0.05) + (0.05)^2(71 - 1)}$$
$$n = \frac{12.955796}{0.357476}$$
$$n = 36$$

n= Tamaño de muestra buscado

N= Tamaño de la población o universo

Z=Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

e= Error de estimación máximo aceptado

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q=(1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Se estimo el tamaño de muestra de árboles en base a la siguiente formula, aplicada cuando se desconoce el total de la población, generalmente para poblaciones infinitas. Para que el estudio tenga relevancia más allá del nivel de gestión municipal es que se procede a formular esta ecuación en referencia a la población aun no censada de árboles de la ciudad de Juliaca que podría contribuir a futuras investigaciones.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$
$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.7 \times 0.3}{(0.05)^2}$$
$$n = \frac{0.806736}{0.0025}$$



$$n = 322$$

N = Tamaño de la población o universo

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

$q=(1-p)$ = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Se procedió a separar las superficies en las siguientes categorías (**Tabla 1**) según Zamora (2015). Debido a la gran variabilidad en la superficie que corresponde a las áreas verdes se tomo en cuenta la presencia o no de arboles en areas seleccionada aleatoriamente, siguiendo esa linea, generalmente las áreas muy pequeñas suelen estar desprovistas de cobertura, así lo mencionan Zhang et al. (2020).

Tabla 1. Categorías para la clasificación por tamaños de las áreas verdes.

Categoría	Tamaño de area
Áreas verdes pequeñas	hasta 300m ²
Áreas verdes medianas	300 a 750m ²
Áreas verdes grandes	750 a 1400m ²
Áreas verdes muy grandes	1400m ² a mas

Según a lo expresado anteriormente, las áreas denominadas pequeñas no deberían incluirse en el estudio, ya que en su gran mayoría están cubiertas de cemento, por estatuas, esculturas o fuentes y no son distintivos para el muestreo así lo menciona Zamora (2015), ajeno a lo mencionado por Zamora (2015), en la investigación realizada estas áreas pequeñas presentan cobertura arbórea mínima en algunos casos solo consta de un individuo, se incluirán esas especies, para apreciar su aporte a la densidad del total de las áreas que se investigaran.

Es necesario mencionar ,dado que en la mayoría de estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, se debe proceder a

realizar muestreos, aunque fuera posible localizar y medir todas las unidades de la población, la información no sería más útil ni significativa que la derivada de un muestreo adecuado Matteucci & Colma (1982). No obstante en la presente investigación se inventariaron todos los individuos ubicados dentro de las áreas verdes según menciona Curtis (1970) cuando se habla de gestión dentro de áreas verdes, es necesario inventariar todos los individuos independientemente del tamaño muestral.

Se procedió a tomar referencias del área de muestreo para que haya mayor certeza con respecto a la ubicación en futuras investigaciones ya que las ciudades están en constante cambio como lo hizo López-López et al. (2018).

Con respecto a la elección de áreas pequeñas, medianas, grandes y muy grandes fueron seleccionadas al azar entre todas las áreas verdes de cada categoría (**Tabla 2**) según Yli-Pelkonen et al. (2020), de tal forma que al sumar su superficie diera como resultado una superficie equivalente al 20 % del área total; estos estratos nos permitieran relacionar el tamaño de área con las cualidades de los árboles que se describirán en breve.

Tabla 2. Áreas verdes seleccionadas para el estudio.

N°	Area verde	Ubicación	Superficie (m ²)	Superficie (%)
Áreas pequeñas				
1	Plazuela Centro cívico	Dentro MPSN-j	180	0.18
2	Parque Dante Nava	Urb. la Rinconada II etapa	180	0.18
3	Parque José Carlos Mariátegui	Urb. la Rinconada	180	0.18
4	Berma 3 de mayo	Urb. 3 de mayo	192	0.19
5	Parque Santa Cecilia	Cercado	200	0.20
6	Plazuela Pasaje la cultura	Cercado	221.75	0.22
7	Berma Jr. Ica	Urb. Santa cruz	222	0.22
8	Parque Santa Rosa	Urb. Guardia civil	224	0.23
9	Berma Ovalo parque Cholo	Urb. Bellavista	300	0.30
10	Berma Av. José Olaya	Salida Arequipa	315.19	0.32
11	Parque Mi Perú	Salida Cusco	350	0.35
Total			2564.94	2.6



Áreas medianas				
12	Plazuela Santa Maria	Av. Ferial	357.1	0.36
13	Plazuela Rinconada I etapa	Urb. la Rinconada	400	0.40
14	Parque complejo Santa Rosa	Frente del hospital Carlos MM	400	0.40
15	Parque Rinconada III etapa	Urb. la Rinconada III etapa	419.16	0.42
16	Plazuela Alameda del amor 2	Urb. la Rinconada -jr Piura	472.6	0.47
17	Berma Av. Perú	Frente al hospital carlos MM E	500	0.50
18	Parque guardia civil	Urb. guardia civil	639.5	0.64
19	Berma Av. Ferial Cuadra 8 al 9	Av. Ferial	657	0.66
20	Berma Av. Nueva Zelandia	Frente al campo ferial	700	0.70
21	Berma Av. Circunvalacion I	Urb. San Jose	718	0.72
22	Berma Jr. Mariano Nuñez	Salida Cusco	730	0.73
23	Berma alameda del folclore	Jr. Jose Domingo Choquehuanca	750	0.75
24	Berma Av. Circunvalacion	Frente al JAE	750	0.75
25	Berma av circunvalacion II	Urb. San Francisco	765	0.77
26	Berma Av. Aviacion I,II,III y IV	Urb. Santa Adriana	2400	2.41
Total			10658.36	10.71
Áreas grandes				
27	Parque Amauta	Salida Puno	1,097	1.1
28	Berma Av. Tacna	Urb. 9 de Octubre	1,102.80	1.11
29	Parque el triciclista	Urb. Los choferes	1,113	1.12
30	Plaza de armas	Cercado	1,185.72	1.20
31	Plazuela los Kollas	Salida Cusco	1,202	1.21
32	Parque al maestro	Urb. Bellavista	1,217	1.22
33	Parque a la madre	Urb. la Rinconada II etapa	1,329.38	1.34
34	Parque el pulmoncito	Urb. la Capilla	3,444	3.12
Total			11,691	11.42
Áreas muy grandes				
35	Plaza 2 de mayo	Urb. Zarumilla	6,406.74	6.45
36	Berma Av Huancane	Salida Huancane	13,800	13.87
Total			20,207	20.32

3.3. METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico dasométrico y de condición del arbolado urbano, se implementó un sistema de inventario para el arbolado de alineación (bermas) y para el arbolado distribución polígona (plazas, plazuelas y parques). Se realizo mediante

recorridos libres pero sistemáticos en todas las áreas comprendidas en la descripción de lugar de estudio durante los meses de enero a agosto, en cada jornada se registraron todos los individuos arbóreos presentes en los diferentes emplazamientos (plazas, parques, etc.). Se empleo un formato de campo como referencia según Kondrat et al. (2020) con modificaciones para esta investigación (**anexo 1**).

Los árboles se georreferenciaron mediante la utilización de un equipo GPS Garmin Etrex Legend WAAS (sistema de posicionamiento global), que respectivamente serán anotados en la planilla de campo como lo hicieron L. Saavedra-Romero et al. (2016).

Se tomaron referencias del área de muestreo para que haya mayor certeza con respecto a la ubicación en futuras investigaciones ya que las ciudades están en constante cambio como lo hicieron López-López et al. (2018)

Se evidencio el trabajo en campo mediante fotografías, empleando una cámara fotográfica Sony.

3.3.1. Registro de variables

3.3.1.1. Variables cuantitativas

En cuanto a la caracterización dendrológica que incluye datos de altura total (h), altura copa viva (h_{cv}), altura diámetro a la altura del pecho DAP (diámetro a la altura del pecho $d_{1.30}$), diámetro de la copa (d_{copa}). Se procedió con la medición de la altura, diámetros, etc. Desarrollando la metodología propuesta por López-López et al. (2018), medición de DAP (diámetro a la altura del pecho) con una cinta diamétrica, medición de la altura con un clinómetro Suunto con la aplicación de método de triángulo rectángulo (**Figura 2**). La tangente de un ángulo de un triángulo recto se define por el lado opuesto

al ángulo, dividido por el lado adyacente al ángulo. En este caso, el lado opuesto es la altura del árbol y el lado adyacente es la distancia desde el árbol hasta tu ubicación.

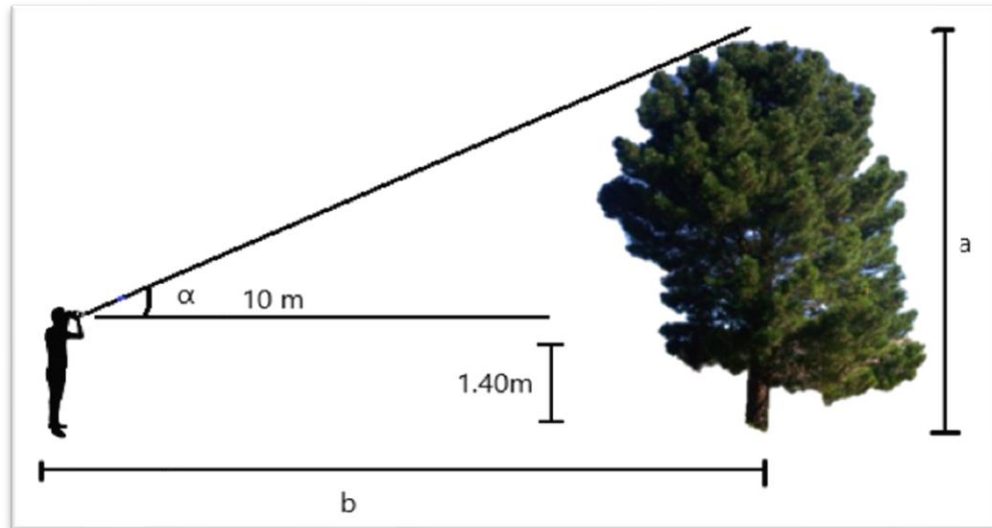


Figura 2. Método triángulo rectángulo para obtener la altura del árbol.

Respecto a la cobertura vegetal arbórea, se adoptó el método propuesto por Templeton et al, (2019) que a partir de la fórmula del área de la elipse se procedió a efectuar las medidas correspondientes para esta variable dasométrica.

$$A = \pi ab$$

Donde a, corresponde al semieje mayor.

Donde b. corresponde al semieje menor.

Para esto, se procedió a medir las proyecciones de las ramas más largas del árbol a la altura del pecho en dirección norte-sur y este-oeste mediante la utilización de una cinta métrica respectivamente (**Figura 3**). El valor promedio de la medida resultante en dirección norte-sur representa al semieje mayor y el

valor promedio de la medida resultante en dirección este-oeste representa al semieje menor en la ecuación de la elipse, unidades de longitud que se convierten en unidades de área. A partir de esto, se tomó como referente la forma de la copa del árbol desde una vista espacial como la formula general del área de la elipse con el objeto de estimar el cálculo de la cobertura vegetal de un árbol.

Para el tratamiento de datos se desarrollaron sumatorias de todos los individuos registrados por especie como valores finales para cobertura vegetal arbórea en m^2 .

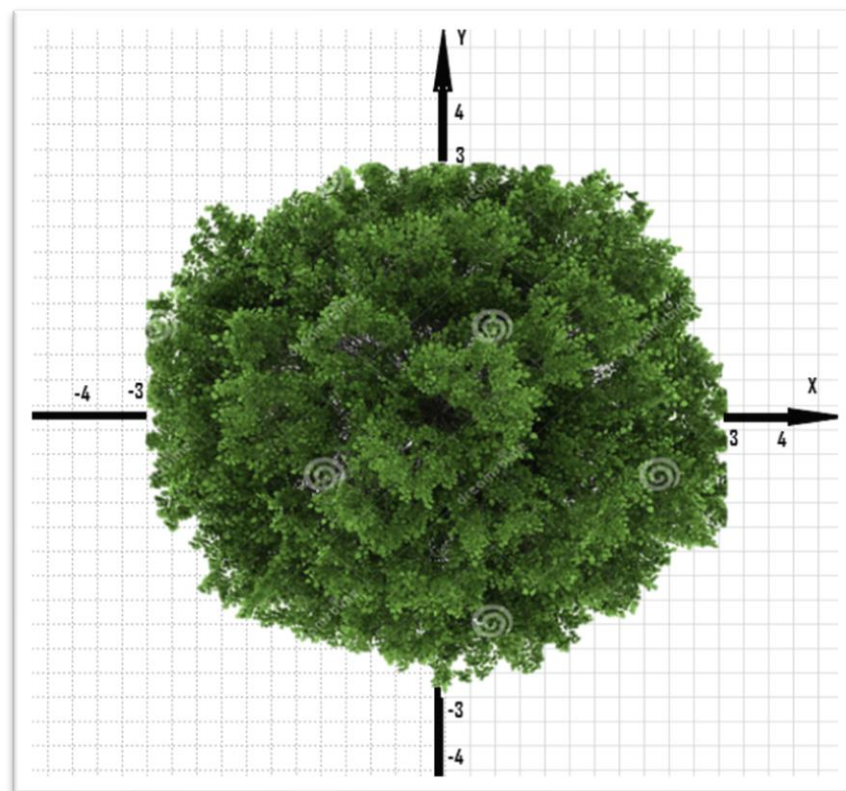


Figura 3. Medida de diámetro de copa

Para la distancia entre árboles. A partir de la numeración previa de los individuos se midieron, con una cinta métrica, todas las posibles

combinaciones de distancias entre los individuos del sitio al azar para obtener una distancia media por parque (**figura 4**).

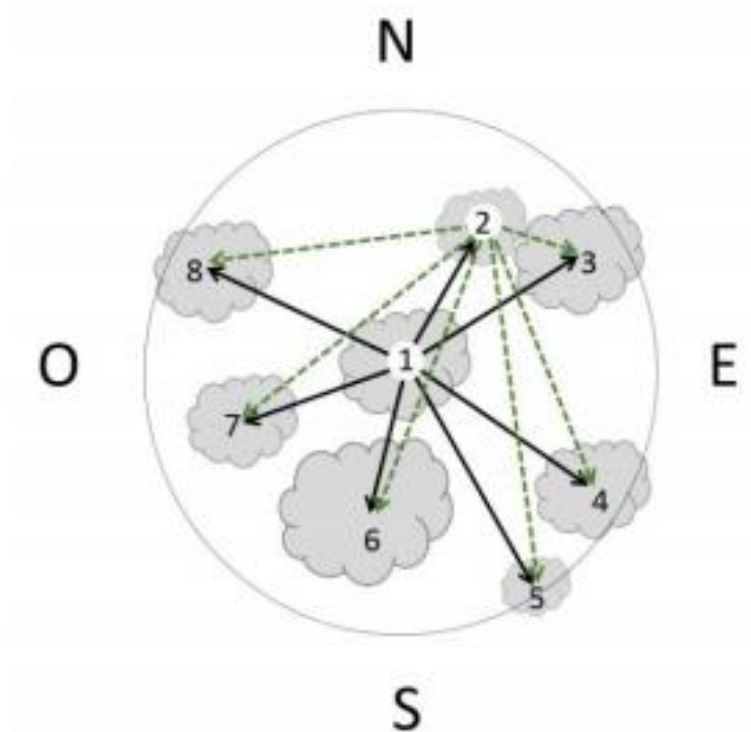


Figura 4. Procedimiento para tomar las distancias entre árboles en los sitios de muestreo (Zamora, 2015).

3.3.1.2. Variables cualitativas.

La identificación de especies, se estableció mediante observación directa y aquellas que no se lograron identificar en campo se fotografiaron y trasladaron a la Universidad Nacional del Altiplano para su identificación en gabinete y consulta a expertos. A su vez se usaron las categorías (**Tabla 3**) para sus etapas de vida propuesta por Tavárez et al. (2019)

Tabla 3. Categorías y criterios para determinar la etapa de vida en árboles (Zamora, 2015).

Categoría	Descripción
Brinzal	Individuos arbóreos menores de 5 cm de diámetro normal medido a 1.30 cm desde la base del árbol.
Juvenil	Arboles mayores de 5 cm y hasta 20 cm de diámetro normal. La altura del árbol frecuentemente estará ubicada entre 6 a 10 m. Dependiendo de la especie. En especies o individuos precoces pueden presentarse estructuras reproductivas.
Maduro	Diámetro normal mayor a 20 cm y altura mayor de 10 m dependiendo de la especie. Los individuos presentan estructuras reproductivas
Senil	Arboles maduros que presentan una disminución de su vigor como respuesta a un proceso natural o por el efecto de algún factor abiótico o biótico. Las copas presentan ausencia parcial o casi total del follaje. Esta situación se asocia por lo regular con diámetros normales de tamaño considerable
Muerto	Es independiente de la edad y se caracteriza por la pérdida total del follaje, posible ausencia o separación de la corteza y presencia de partes afectadas por putrefacción en tronco y ramas

La evaluación de las condiciones sanitarias y estructurales, así como de vigor del arbolado, se hizo tomando como referencia los criterios de investigadores como Baumeister et al.(2020) Vergara & Ibarra (2019) Köse, (2020), Architecture (1990) y Benedetti et al. (2016) en las siguientes tablas se describen dichos criterios.

- Condición sanitaria del tronco (**Tabla 4**) esta condición es esencial para detallar el estado actual del tronco con respecto a lo sanitario para medir el grado de afectación que pueda tener debido a la estancia de patógenos, plagas, etc. La información que se recabara es muy usada para la forestería y el cuidado de árboles, para mantenerlos en condiciones

óptimas la mayor cantidad de tiempo y garantizar su desarrollo normal en estas condiciones del ambiente urbano (Baumeister et al., 2020); a continuación, se describen las categorías de clasificación para esta evaluación (**Tabla 4**).

Tabla 4. Descripción de los criterios de evaluación para el estado sanitario del tronco (Zamora, 2015).

Categoría	Descripción
Bueno	No hay presencia o evidencia del ataque o afectación de plagas y/u organismos patógenos.
Regular	Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos en la superficie del tronco, mayor al 10% del mismo pero menor al 50%
Malo	Presencia o evidencia del ataque o afectación significativa de plagas u organismos patógenos en la superficie del tronco, mayor al 50% del mismo pero menor al 80%.
Pésimo	Presencia o evidencia del ataque o afectación considerable de plagas u organismos patógenos en la superficie del tronco mayor al 80% del mismo.

- Condición Sanitaria de la copa (**Tabla 5**) al igual que el tronco, la copa cumple una función muchas veces catalogada “la más importante”, desde la percepción del ciudadano de a pie, la cual sería el de proporcionar sombra; es así que esta función está supeditada por la condición de la copa y es ahí donde la condición sanitaria tiene esa importancia donde podría estar afectada al igual que el tronco por la presencia de patógenos o plagas; el estado sanitario puede condicionar que se proporcione o no la cantidad necesaria de sombra para que el ciudadano pueda beneficiarse de esta (Vergara & Ibarra, 2019) a continuación, se describen las

categorías y criterios de clasificación para esta evaluación (**Tabla 5**).

Tabla 5. Descripción de los criterios de evaluación para el estado sanitario de la copa (Zamora, 2015).

Categoría	Descripción
Bueno	No hay evidencia de la presencia, ataque o afectación de plagas y/u organismos patógenos en el follaje o ramas de la copa.
Regular	Presencia, evidencia de ataque o afectación de plagas y/u organismos patógenos en más del 10% del follaje y/o ramas, pero menor al 50% de las mismas.
Malo	Presencia, evidencia de ataque o afectación de plagas y/u organismos patógenos en más del 50% del follaje y/o ramas, pero menor al 80% de las mismas.
Pésimo	Presencia, evidencia de ataque o afectación de plagas y/u organismos patógenos en más del 80% del follaje y/o ramas.

- Condición física o estructural del tronco (**Tabla 6**) es trascendental para planificar a largo plazo, puesto que la estructura del tronco puede presentar inclinaciones y deterioro mecánico por el uso indebido del tronco (pegar carteles, choques de coches, construcción cercana, etc.) (Baines et al., 2020). Estas condiciones pueden representar más que un atractivo un problema potencial, es así que evaluar este aspecto de los árboles es imprescindible para hacer gestión dentro de los mismos considerando en muchos casos talar un árbol y considerar poner otra especie de menor tamaño y en mejor condición e incluso considerar poner especies de ornato más pequeñas y manejables; otra alternativa sería la poda preventiva pero esta alternativa muchas veces termina dañando irremediablemente al árbol (Köse, 2020), dicho esto se procede a mencionar los criterios de clasificación para cada categoría en la siguiente

tabla (**Tabla 6**).

Tabla 6. Descripción de los criterios de evaluación para el estado físico o estructural del tronco (Zamora, 2015).

Categoría	Descripción
Bueno	Fuste recto o con una ligera inclinación (menor a 10° con respecto a la vertical). No se observan objetos insertados en el tronco (alambres, clavos, cuerdas, etc.). No se presentan áreas muertas o con daño mecánico.
Regular	Fuste con una inclinación mayor de 10° y menor a 30° con respecto a la vertical. Se observan pocos objetos insertados en el tronco. Se presentan pequeñas áreas con daños mecánicos y/o muertas (ausencia de corteza), principalmente en la base del árbol.
Malo	El fuste presenta una inclinación mayor de 30° y menor a 45° con respecto a la vertical. Dos troncos múltiples desde la base o parte baja. Se observan varios objetos insertados en el tronco. Se presentan varias áreas pequeñas o una de tamaño mediano, con daños mecánicos y/o muertas (ausencia de corteza) en la base y/o parte media baja.
Pésimo	El fuste tiene una inclinación mayor a 45° con respecto a la vertical. Tres o más troncos múltiples desde la base o parte baja del mismo. Troncos mutilados por desmoches severos. Se observan muchos objetos insertados en el tronco. Se presentan áreas muertas (ausencia de corteza) en la base y/o parte media.

- Condición física o estructural de la copa (**Tabla 7**) nos permite planificar la poda preventiva y también la poda constante, para mantener de forma adecuada al individuo, esta evaluación se hace constantemente y es la que más se usa (Araya, 2011); en la mayoría de las plantaciones son clones los que se usan, por ende las características genotípicas al momento de la expresarse hacen que los árboles sean muy idénticos fenotípicamente y a

diferencia del tronco la copa no recibe algún tipo de afectación física directa del entorno donde esta, es así que tiene la libertad de crecer solamente limitado en algunos aspectos, como la falta de nutrientes o viento intenso (Architecture, 1990). A continuación, se detallan las categorías de clasificación para este apartado.

Tabla 7. Descripción de los criterios de evaluación para el estado físico o estructural de la copa (Zamora, 2015).

Categoría	Descripción
Bueno	Copa con balance adecuado o inclinación menor a 10°. Distribución equitativa y adecuada de las ramas e inserción correcta (ángulo). No se presentan ramas con desmoche. No se observan rebrotes múltiples (escobas de bruja). Sin ausencia de ramas (huecos) y follaje. No se observan objetos (cables aéreos, cuerdas, pendones, etc.) en la misma.
Regular	Copa con un desbalance mayor a 10° y menor a 30°. Distribución equitativa y adecuada de la mayoría de las ramas, así como de su ángulo de inserción. Pocas ramas con desmoche y rebrotes múltiples (escobas de bruja). Ausencia de ramas (huecos) y/o de follaje en menos del 25% de la misma. Se observan pocos objetos en la misma.
Malo	Copa con un desbalance mayor a 30° y menor a 45°. Distribución poco equitativa e inadecuada de varias ramas, así como de su ángulo de inserción. Varias ramas con desmoche y rebrotes múltiples (escobas de bruja). Ausencia de ramas (huecos) y/o de follaje del 25% al 50% de la misma. Se observan varios objetos en la misma.
Pésimo	Copa con un desbalance mayor a 45°. Distribución muy poco equitativa e inadecuada de la mayoría de las ramas, así como de su ángulo de inserción. Muchas ramas con desmoche y rebrotes múltiples (escobas de bruja). Ausencia de ramas (huecos) y/o de follaje en más del 50% de la misma. Se observan muchos objetos en la misma.

- Condición de vigor (**Tabla 8**) importante en varios aspectos quizá el más importante sea que se puede medir cuantitativamente el vigor como lo menciona Benedetti et al. (2016), no obstante en la presente investigación se utilizan las características cualitativas; tales características como el tipo de desarrollo, el follaje y los demás apartados ya mencionados son necesarios para determinar si un árbol es vigoroso o es que tiene algún defecto el cual se detalla en categorías en la **Tabla 8**, esta información nos permitirá relacionar el vigor de los árboles con las otras categorías.

Tabla 8. Descripción de los criterios de evaluación para el estado de vigor (Zamora, 2015).

Categoría	Descripción
Vigoroso	Desarrollo y color uniforme de acuerdo a la especie, con tronco y follaje en condiciones físicas y sanitarias óptimas.
Declinante Incipiente	Ausencia de follaje en no más del 30% de la copa. Se observa puntas muertas y en ramas terciarias una ausencia moderada de hojas.
Declinante Moderado	Ausencia de follaje entre un 30% a un 60% de la copa, así como pérdida de las hojas en ramas terciarias, hojas escasas en ramas secundarias. Ramas terciarias y puntas de las ramas secundarias muertas.
Declinante Avanzado	Ausencia de follaje entre un 60% a un 90% de la copa, así como pérdida de las hojas en ramas secundarias y terciarias. Hojas escasas en ramas primarias. Ramas terciarias, secundarias y puntas de ramas primarias muertas. Brotes de follaje en el tronco provenientes de yemas epicórmicas y en ramas primarias de yemas adventicia.
Declinante Severo	Follaje muy ralo en la copa, entre un 5% a 10% de la misma, asociado a brotes de yemas epicórmicas en la parte media y baja del tronco. Ramas terciarias, secundarias y primarias muertas
Muerto	Pérdida total del follaje, posible ausencia o separación de la corteza y presencia de partes afectadas por pudrición en tronco y ramas.

3.4. FRECUENCIA DE MUESTREO

Los muestreos se realizaron de forma inter diaria excepcionando los fines de semana puesto que el personal que administra las áreas verdes no se encuentra disponible los días sábados y domingos, así mismo es de forma continua durante los meses de enero febrero marzo y abril, en horario de 6 a.m. a 11 a.m.

La caracterización de las áreas verdes se realizó de forma específica para cada categoría y de manera integral para las áreas verdes de la ciudad de Juliaca. Se obtuvieron frecuencias absolutas y relativas de todas las especies, individuos vivos y muertos, así como las frecuencias relativas de la etapa de vida y las condiciones sanitarias, físicas y de vigor de los árboles.

3.5. APLICACIÓN DE LA PRUEBA BIOESTADÍSTICA PARA CONTRASTAR HIPÓTESIS

El estudio fue evaluado con la prueba estadística chi cuadrado y el nivel de significancia o error es del 5% que es igual a ($p\text{-valor} > 0.05$) con un nivel de confianza del 95%, con ayuda del programa Infostat:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^f \sum_{j=1}^f \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dónde:

X_c^2 : Ji-cuadrado calculado.

O_{ij} : Frecuencias observadas de la i-ésima fila y j-ésima columna.

E_{ij} : Frecuencias esperadas de la i-ésima fila y j-ésima columna, aquella frecuencia que se observaría si ambas variables fuesen independientes.

f y c: filas y columnas respectivamente

Para probar si el tamaño del parque influye en la frecuencia de individuos vigorosos se aplicó una prueba de X^2 empleando el software estadístico Infostat versión estudiantil y el software SPSS (Di Rienzo et al., 2020), tomando en cuenta las frecuencias de las condiciones de vigor del arbolado, por categoría de área verde (mediano, grande y muy grande).

Con los datos dendrológicos (altura total, diámetro basal y cobertura de copa) y la distancia entre los árboles se determinarán los valores promedios registrados por área verde. Se hizo un cálculo de densidad para cada área de muestreo, es decir la sumatoria del área basal por superficie muestreada (densidad basal) y sumatoria del área de la copa por superficie muestreada (densidad de la cobertura de la copa), a su vez conoceremos el número total de individuos por el total de áreas (Zamora, 2015).

A partir de las densidades observadas en cada área verde y la distancia media entre árboles, se estimó el coeficiente de correlación de Spearman con el cual se determinará la relación entre las distintas formas obtenidas de densidad y la distancia media, contra el vigor del arbolado por área verde (Zamora, 2015).

$$R_S = 1 - \frac{6\sum_i d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

n= número de puntos de datos de las dos variables

d_i = diferencia de rango del elemento “n”

El Coeficiente de Spearman, ρ , puede tomar un valor entre +1 y -1 donde,

- Un valor de +1 en ρ significa una perfecta asociación de rango
- Un valor 0 en ρ significa que no hay asociación de rangos
- Un valor de -1 en ρ significa una perfecta asociación negativa entre los rangos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO DE LAS ÁREAS VERDES.

4.1.1. Composición e identificación de especies arbóreas

Al realizar el inventario de todos los individuos registrados y previamente identificados se muestra la **Tabla 9**.

Tabla 9. Frecuencias absolutas Fab (%) y relativas FRe (%) de las especies arbóreas registradas en las áreas verdes de la Municipalidad de Juliaca. La letra E indica un origen exótico y la N nativo de la zona geográfica.

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Fab	FRe %
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino	E	490	57.2
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés de california	E	275	32.1
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	E	59	6.8
Rosaceae	<i>Malus domestica</i>	Manzano común	E	14	1.6
Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Álamo	E	15	1.8
Buddlejaceae	<i>Buddleja coracica</i>	Colle	N	5	0.5
Total de individuos vivos				856	100
Muertos en Pie				39	
Total				895	

Se registró un total de 895 árboles de los cuales 39 estaban muertos en pie y el resto (856) se encontraron vivos. Estos pertenecieron a 6 especies, 6 géneros y 6 familias (**Tabla 9**).

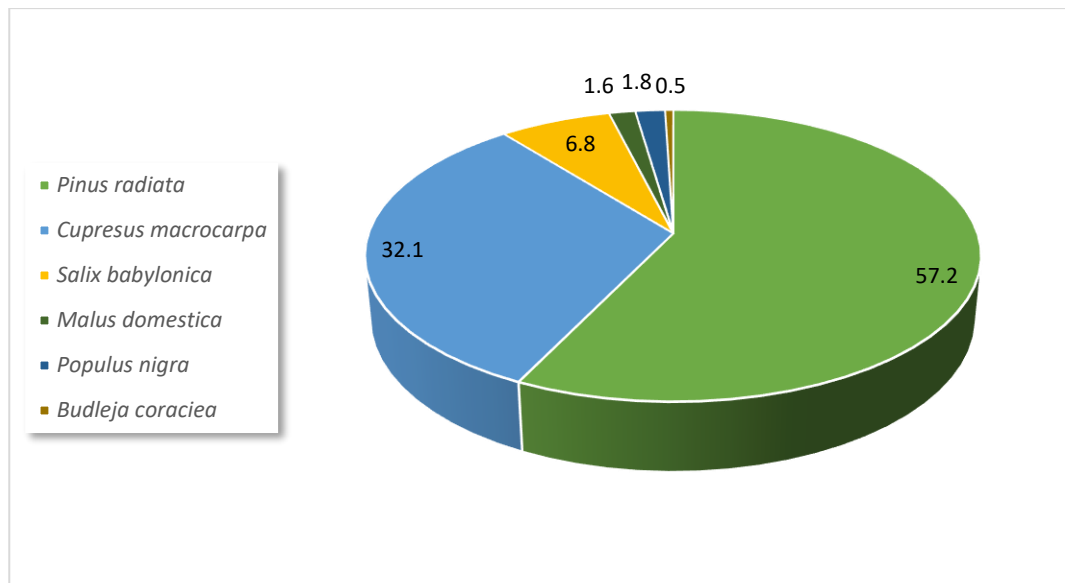


Figura 5. Frecuencias de especies arbóreas identificadas.

Las especies más frecuentes fueron *Pinus radiata* (57.2%) y *Cupressus macrocarpa* (32.1%). Es necesario mencionar que solo se encontró una especie endémica *Budleja coracica*, la cual representa el 0.5% del total de individuo (**Figura 5**).

McPherson et al. (1994) a diferencia de la presente investigación, encontraron una cantidad muy superior de individuos alrededor de 50.8 millones, Martínez (2005) a su vez encuentra 8 598 individuos una cantidad un tanto inferior, por último, Sánchez & Artavia (2013) encuentran 47 901; no obstante, esta cantidad muy extensa de árboles que encuentran los ya mencionados investigadores, se deben a que las áreas estudiadas son mayores en cuanto al tamaño, como lo menciona Chauchard (2001) mientras mas grande sea el area, mayor sera el numero de arboles que se puedan encontrar distribuidos sobre su superficie. En consecuencia se pensaria que habria una amplia cantidad de especies como lo menciona Morgan (2021), no obstante, este investigador hace referencia más a una cobertura arbórea en estado natural, mas no artificial; esto se puede ver reflejado en la investigación realizada, donde solo se encuentra 6 especies con tan solo una especie endémica, esta cantidad varia en gran medida con respecto a investigaciones realizadas

por Martínez (2005) y Sánchez & Artavia (2013) donde se hallan 496 especies existe una gran diferencia entre uno y otro, esto sin lugar a duda tiene una relación en cuanto al tamaño del área como ya se había mencionado (Chauchard, 2001) de una manera similar, la altitud y latitud tienen injerencia sobre las especies que se puedan hallar en un determinado lugar, muchas veces encontrando lugares con una sola especie (Schjetnan, 1984). Por otro lado, Yana (2019) encuentra especies arbóreas idénticas a las de esta investigación *Cupressus macrocarpa* Hartw, *Pinus radiata* D. Don, *Polylepis incana* HBK y *Salix babylonica* L. donde se puede corroborar que al igual que esta investigación sus evaluaciones se hacen en la misma ciudad. Es necesario mencionar a Verdesoto et al. (2020) que encontraron 134 individuos, una cantidad menor a la nuestra, cabe resaltar que la superficie muestreada en su investigación también es inferior a los nuestros, ambos aspectos son la principal diferencia con la presente investigación.

4.1.2. Evaluación de la etapa de vida del arbolado en las áreas verdes.

Tabla 10. Frecuencias relativas (%) Etapa de vida de individuos arbóreos por área.

Área	Brinzal	Maduro	Juvenil	Senil	Total
Pequeña	0.7	0.6	0.7	1.4	3.4
Mediana	0.6	3.5	4.0	2.9	11.0
Grande	1.1	13.9	10.9	11.4	37.3
Muy grande	2.7	21.3	14.5	9.9	48.4
Total	5.0	39.3	30.0	25.7	100

$$\chi_c^2 = 37.36 > \chi_t^2(\alpha: 0.05; gl: 9) = 16.92 \quad p = 0.0001$$

Con respecto a la etapa de vida se muestra la **Tabla 10** donde se obtuvo las frecuencias relativas usando el software Infostat, con un valor de chi cuadrado (X^2_C)= 37.36, este valor es estadísticamente significativo ($p=0.0001$), donde existe una dependencia entre la etapa de vida con respecto al tamaño del área estudiado; es así que se determinó, la etapa de vida senil fue predominante en la área pequeña (1.4%), la etapa de vida juvenil fue predominante en el área mediana (4.0%), la etapa de vida maduro fue

el predominante tanto en el tamaño de área grande (13.9%) y muy grande (21.3%) respectivamente (**Tabla 10**).

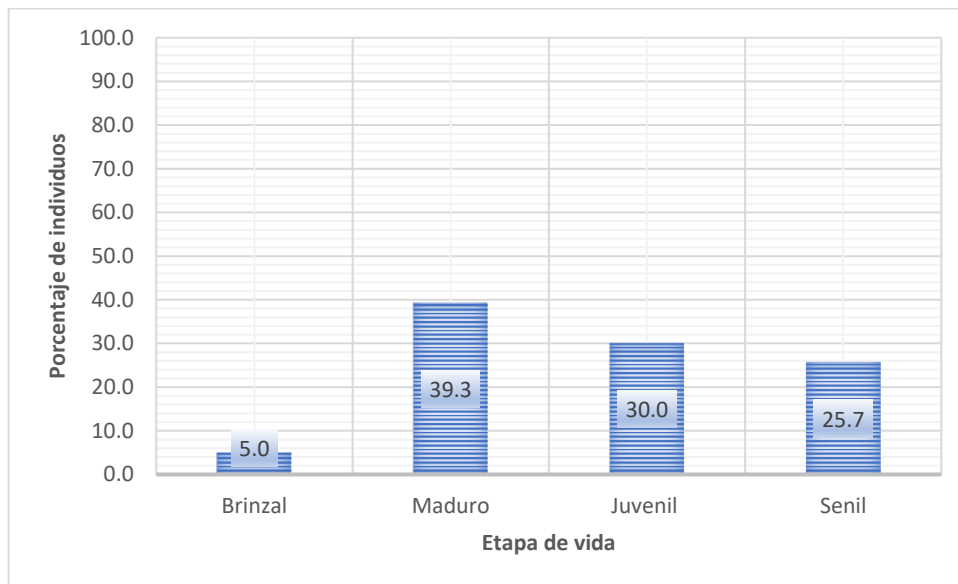


Figura 6. Frecuencia de los individuos en cada una de las etapas de vida.

La etapa de vida con mayor frecuencia en la población arbórea viva de las áreas verdes de la Municipalidad de Juliaca fue el estado maduro (39.3%) y la menor registrada fue la etapa brinzal (5%) (**Figura 6**).

Zamora (2015) encontró un porcentaje del 73.28 % en la etapa de vida madura que fue el más representativo en su investigación, sin embargo, en la presente investigación encontramos un porcentaje inferior a ese con un 39.3% (**Figura 6**), coincidiendo solamente en la etapa de vida madura que es el más representativo, mas no en el porcentaje que este representa, cabe resaltar que las otras etapas de vida no están muy distante en cuanto a su representación en porcentaje (frecuencia), es necesario mencionar que la etapa brinzal no fue considerada por Zamora (2015), en la presente investigación si se considera y tiene un porcentaje interesante de 5%; esta etapa de vida tiene relación con las actividades que pueda estar realizando el municipio especialmente con la

reforestación y a diferencia de otros municipios esta actividad podría tener influencia sobre la toma de datos (González, 2018).

4.1.3. Evaluación del estado sanitario del tronco y la copa del arbolado en las áreas verdes.

4.1.3.1. Estado sanitario del tronco

Tabla 11. Frecuencias relativas (%) del estado sanitario del tronco de los individuos estudiados por área.

Área	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Total
Pequeña	0.8	1.6	0.9	0.6	4.0
Mediana	5.0	10.4	1.4	3.5	20.3
Grande	14.4	15.5	5.3	0.8	36.0
Muy grande	23.1	5.5	5.1	6.0	39.7
Total	43.3	33.1	12.7	10.9	100

$$\chi_c^2 = 143.60 > \chi_t^2(\alpha: 0.05; gl: 9) = 16.92 \quad p = 0.0001$$

El estado sanitario del tronco es dependiente con respecto al tamaño de las áreas verdes, con un valor de chi cuadrado (X^2_c) = 143.60, es estadísticamente significativo ($p=0.0001$), cabe resaltar que el estado sanitario bueno fue el más representativo en las áreas muy grandes (23.1%) logrando representar un 43.3% del total de individuos estudiados, el estado sanitario regular fue el más representativo en áreas de tamaño regular (15.5%) representando un 33.1% del total de individuos, el estado sanitario malo en las áreas grandes fue el más representativo (5.3%) representando un 2.7% del total y por último el estado sanitario pésimo fue el más representativo en las áreas muy grandes (6%) logrando representar un 10.9 % del total (**Tabla 11**). El estado sanitario del tronco con mayor frecuencia en la población arbórea viva de las áreas verdes de la Municipalidad de Juliaca fue el estado bueno (43.3%) y la menor registrada fue el estado pésimo (10.9%) (**Figura 7**).

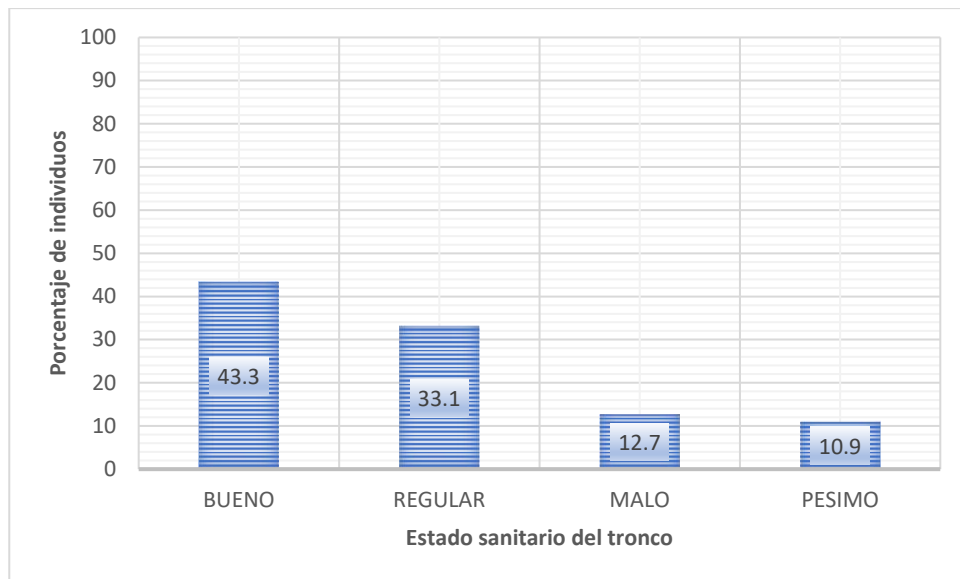


Figura 7. Frecuencia de los estados sanitarios del tronco.

McPherson et al. (1994), encontraron que el 66% del total estaban en buenas y excelentes condiciones, el cual no está muy próximo con el resultado de la presente investigación, donde el 43.3% está en una condición buena, esa diferencia entre los porcentajes estaría relacionada con la cantidad de individuos estudiados donde la investigación de McPherson et al. (1994) cuentan con una cantidad muy superior de individuos. Sin embargo, Kara (2016) menciona que al haber una mayor cantidad de individuos muestreados en una investigación no necesariamente aumentaría de forma significativa los porcentajes totales del estado sanitario en que se encuentran dichos individuos, Adicional a esto, Martínez (2005) menciona en su investigación que 46.5% presentaron condición regular y un 31.8% mal estado valores que son un tanto superiores a la presente investigación donde el estado regular solo se tiene un 33.1% y en mal estado 12.7% esa diferencia de porcentajes podría deberse a la zona geográfica donde se encuentren los individuos evaluados como lo menciona Schjetnan (1984). Continuando con la relación que podría tener con el tamaño de las áreas verdes, Zamora (2015) encontró que existe una relación

del estado sanitario del tronco respecto al tamaño del área verde, con un p valor 0.00001, siendo la condición buena la más importante, coincidiendo con la presente investigación.

4.1.3.2. Estado sanitario de la copa

El estado sanitario de la copa es dependiente con respecto al tamaño de las áreas verdes (**Tabla 12**), con un valor de chi cuadrado (X^2_C) = 116.76, es estadísticamente significativo ($p=0.0001$), el estado regular en las áreas muy grandes fue el más representativo (15.4%), seguido del estado bueno en las áreas grandes (12.3%), así mismo el estado malo en las áreas muy grandes es el más representativo (11.8%) por último el estado pésimo también fue más representativo en el área muy grande (10.4%), del total de individuos estudiados se encontró que, un total de 35.2% de individuos tienen una condición regular, un 25 % tienen una condición buena, un 24.8% corresponde a un estado sanitario malo y por último un 15.1% corresponde a un estado pésimo (**Figura 8**).

Tabla 12. Frecuencias relativas del estado sanitario de la copa de los individuos estudiados por área.

Área	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Total
Pequeño	1.3	0.7	1.2	0.8	4.0
Medianas	5.0	7.6	8.3	0.9	21.8
Grandes	12.3	11.4	3.5	2.9	30.1
Muy grandes	6.4	15.4	11.8	10.4	44.0
Total	25.0	35.2	24.8	15.1	100

$$\chi^2_c = 116.76 > \chi^2_t(\alpha: 0.05; gl: 9) = 16.92 \quad p = 0.0001$$

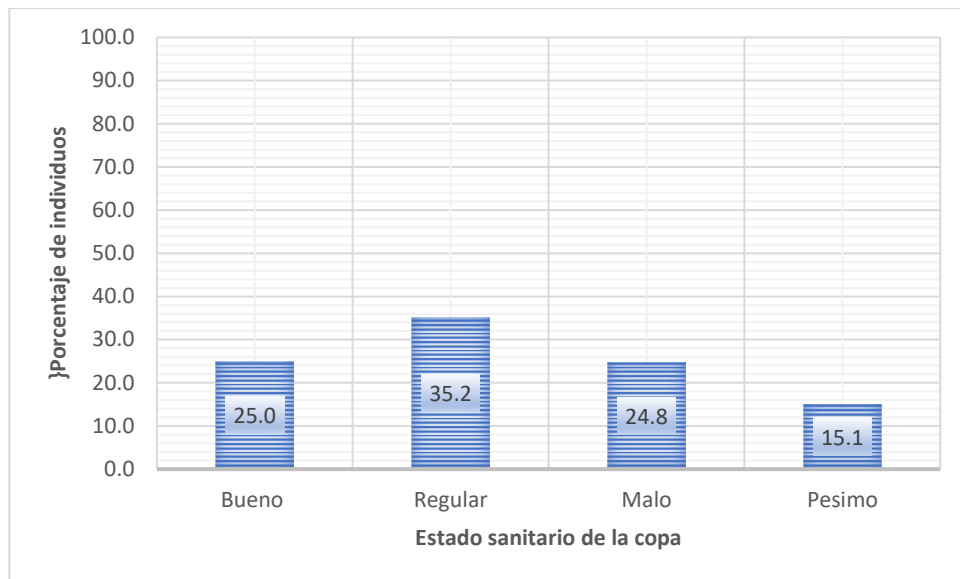


Figura 8. Frecuencias del estado sanitario de la copa.

Benavides (1989), encuentra que el 30.3% del total estaban en excelentes condiciones, el cual está próximo con el resultado de la presente investigación, donde el 25% está en una condición buena, esa diferencia entre los porcentajes estaría relacionada con la cantidad de individuos estudiados donde la investigación de Benavides (1989) cuenta con una cantidad muy superior de individuos. Kara (2016) comenta que, las condiciones sanitarias de la copa están relacionadas con las actividades de forestería que se aplican a los árboles para su mantenimiento, teniendo una mejor condición de copa aquellos que tienen actividades de forestería. Adicional a esto, Martínez (2005) menciona en su investigación que 90.6% presentaron mal estado, valor que es superior a la presente investigación donde el mal estado solo representa un 12.7% esa diferencia de porcentajes podría deberse a las especies arbóreas que componen estas áreas verdes y una amplia diversidad, presenciando mayor variabilidad de enfermedades, parásitos y patógenos externos que afectarían a todas las especies (Lam-Díaz, 2005). Continuando con la relación que podría tener con el tamaño de las áreas verdes, Zamora (2015) encontró que existe una

relación del estado sanitario la copa respecto al tamaño del área verde, con un p valor 0.00001, siendo la condición regular la más representativa, coincidiendo con la presente investigación.

4.1.4. Evaluación del estado físico o estructural del tronco y la copa del arbolado en las áreas verdes.

4.1.4.1. Estado estructural del tronco

El estado físico o estructural del tronco es dependiente del tamaño de las áreas verdes, con un valor de chi cuadrado (χ^2_c) = 35.46, es estadísticamente significativo ($p=0.0001$), se encontró que el estado físico bueno, regular, malo y pésimo, fueron los más significativos en el área muy grande con 11.3%, 15.7%, 11.8% y 7.8% respectivamente (**Tabla 13**).

Tabla 13. Frecuencias relativas (%) del estado físico y estructural del tronco de los individuos estudiados por área.

Áreas	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Total
Pequeño	1.3	0.8	0.7	0.6	3.4
Medianas	4.6	4.1	1.9	5.5	16.0
Grandes	7.8	11.9	8.9	5.4	34.0
Muy grandes	11.3	15.7	11.8	7.8	46.6
Total	25.0	32.5	23.2	19.3	100

$$\chi^2_c = 35.46 > \chi^2_t(\alpha: 0.05; gl: 9) = 16.92 \quad p = 0.0001$$

Del total de individuos estudiados se obtuvo que el estado físico o estructural regular fue el mayor con 32.5% y el menor fue estado pésimo 19.3% (**Figura 9**).

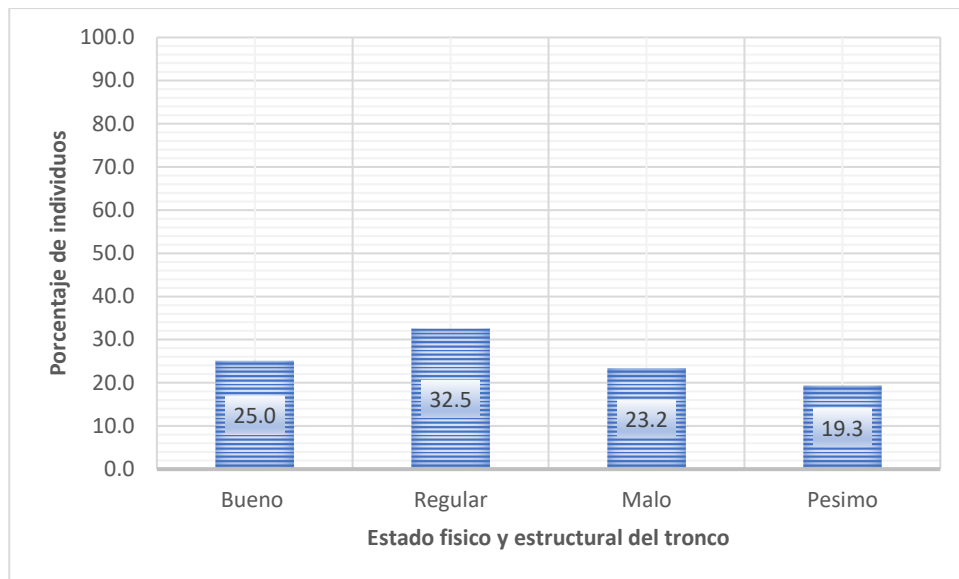


Figura 9. Frecuencias del estado físico o estructural del tronco.

Sánchez & Artavia (2013) mencionan que el 18% de los individuos tienen un estado estructural del tronco pésimo produciendo daños a varias estructuras cercanas a los individuos estudiados, es así que en comparación con el resultado obtenido en la presente investigación hay una diferencia de enfoque, puesto que, en el caso de Sánchez & Artavia (2013) buscan problemas en relación a la estructura del arbolado donde el estado estructural pésimo será el más relevante, en la presente investigación buscamos las mejores condiciones para compararlo posteriormente con el tamaño de las áreas verdes, es por este motivo que se toma un enfoque distinto, teniendo en cuenta el mejor estado estructural.

Respecto a la relación entre el tamaño del área verde con respecto a la condición estructural, Zamora (2015) encontró que existe una relación del estado sanitario del tronco respecto al tamaño del área verde, con un p valor 0.00001, siendo la condición buena y regular las más importantes, coincidiendo con la presente investigación.

4.1.4.2. Estado estructural de la copa

El estado físico o estructural de la copa es dependiente del tamaño de las áreas verdes, con un valor de chi cuadrado (χ^2_c) = 39.30, es estadísticamente significativo ($p=0.0001$), donde el estado físico bueno regular malo y pésimo fueron más representativos en las áreas muy grandes con 20.3%, 12.7%, 7.8% y 6.3% respectivamente (Tabla 14).

Tabla 14. Frecuencias relativas (%) del estado físico y estructural de la copa de los individuos estudiados por área.

Áreas	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Total
Pequeño	0.8	1.3	0.9	0.7	3.7
Medianas	5.0	3.7	4.2	5.3	18.2
Grandes	9.8	10.2	6.5	4.3	30.8
Muy grandes	20.3	12.7	7.8	6.3	47.2
Total	36.0	27.9	19.5	16.6	100

$$\chi^2_c = 39.30 > \chi^2_t(\alpha: 0.05; gl: 9) = 16.92 \quad p = 0.0001$$

Del total de individuos estudiados se obtuvo que el estado físico o estructural buena fue el mayor con 36% y el menor fue estado pésimo 16.6% (Figura 10).

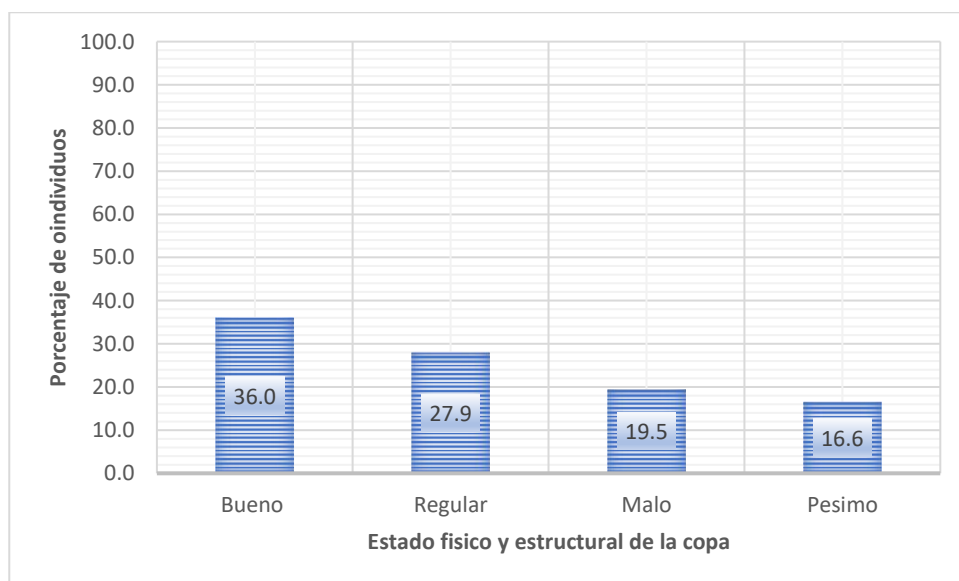


Figura 10. Frecuencias del estado físico o estructural de la copa.



Chen et al. (2020) mencionan a la cobertura del dosel un nivel débil que es el equivalente a nuestra categorización pésimo con respecto al estado estructural de la copa, mientras en esta investigación las variables categóricas para la copa no son consideradas en porcentajes investigaciones como la de Chen et al. (2020) ya no consideran estas categorías, de forma adicional, Reyes & Gutiérrez (2010) comentan que en ciudades donde la gestión de áreas verdes y sus componentes arbóreos son manejadas eficientemente, algunos factores ya no se toman en consideración en porcentajes puesto que carecen de importancia y representan una cantidad no representativa para la gestión; en este caso en particular se ve reflejado en el estado de la cobertura del dosel.

Por otra parte, con respecto a la relación entre el tamaño del área verde y la condición física o estructural, Zamora (2015) encontró que existe una relación del estado estructural de la copa respecto al tamaño del área verde, con un p valor 0.00001, siendo la condición buena y regular las más importantes, coincidiendo en gran medida con los resultados obtenidos en la presente investigación.

4.1.5. Evaluación del vigor del arbolado en las áreas verdes.

Respecto al vigor de los individuos se determina que es dependiente del tamaño de las áreas verdes, con un valor de chi cuadrado (X^2_C) = 35.46, es estadísticamente significativo ($p=0.0001$), respecto a las áreas pequeñas el estado vigoroso fue el más representativo (1.4%), en áreas medianas el estado declinante incipiente fue el mayor (4%), en áreas grandes el más representativo fue el estado declinante incipiente (11.8%) y en áreas muy grandes el más representativo fue el estado declinante moderado (14.8%) **(Tabla 15)**.

Tabla 15. Frecuencias relativas (%) del vigor de los individuos estudiados por área.

Área	Vigoroso	Declinante incipiente	Declinante moderado	Declinante avanzado	Declinante severo	Total
Pequeñas	1.4	0.8	1.1	0.6	0.7	4.6
Medianas	2.0	4.0	2.9	1.6	0.8	11.3
Grandes	4.3	11.8	8.6	10.2	5.0	40.0
Muy grandes	2.9	8.6	14.8	11.3	6.4	44.2
Total	10.6	25.2	27.5	23.7	13.0	100.0

$$\chi_c^2 = 56.50 > \chi_t^2(\alpha: 0.05; gl: 12) = 21.02 \quad p = 0.0001$$

Del total de individuos estudiados se obtuvo que la condición de vigor, declinante moderado fue el mayor con 27.5% y el menor fueron los individuos vigorosos propiamente dichos 10.6% (**Figura 11**).

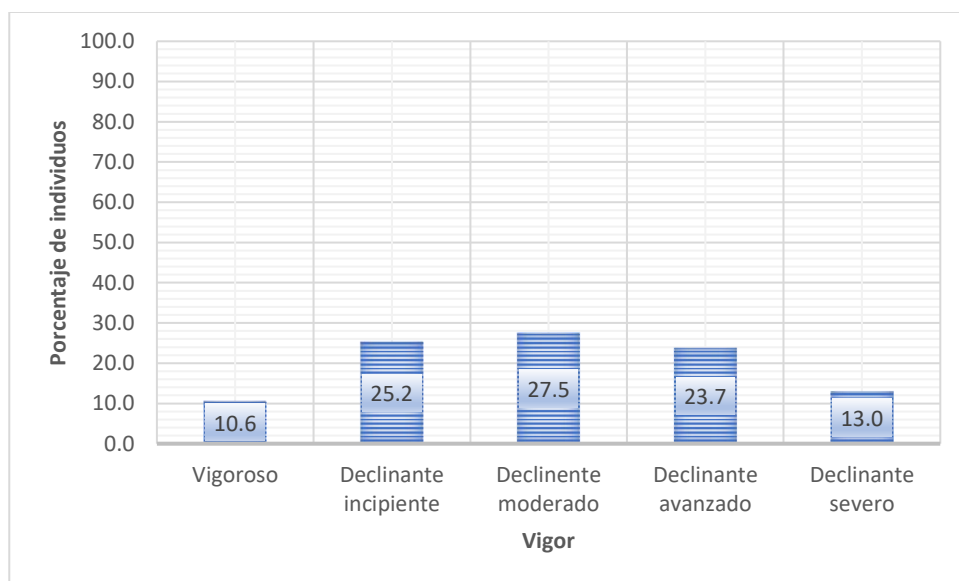


Figura 11. Frecuencias del estado de vigor de los individuos.

Zamora (2015) encontró que existe una relación entre el tamaño del área verde con respecto al vigor del arbolado en esta investigación se esperaba que los individuos más vigorosos fueran representados en las áreas más pequeñas a diferencia de la presente investigación hay una clara diferencia en cuanto al tipo de relación, puesto que aumentaría la cantidad de individuos vigorosos a medida que el tamaño del área aumente; Morgan

(2021) menciona que un individuo vigoroso no solo tiene relación con el tamaño de área, es así que se le puede considerar otro tipo de dependencias como los nutrientes, el tipo de suelo, la humedad, la altitud, la latitud, etc. Podría deberse a algunos de estos factores tal diferencia encontrada en la investigación de Zamora (2015), no obstante, (González, 2018) hace alusión a que la intervención de las personas que se encargan de mantener las áreas verdes, a cargo de las municipalidades, pueden ser los responsables directos en cuanto a la condición del vigor de un árbol, al realizar tareas que influyen en esta característica de los árboles.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD GENERAL, DENSIDAD BASAL, DENSIDAD DE COPA ARBÓREA Y DISTANCIA MEDIA EN CORRELACIÓN CON EL VIGOR DE LOS ÁRBOLES.

4.2.1. Densidad general.

Se encontró una densidad general de 0.02 individuos por metro cuadrado equivalente a 20 individuos por kilómetro cuadrado (**Anexo 4**). Esta información se puede corroborar con la investigación de McPherson et al, (2016) con una diferencia significativa donde hallaron 60 individuos por kilómetro, como ya se había mencionado, McPherson et al. (1994) años antes determinaron que la densidad está relacionada con la cantidad y tamaño de áreas verdes, esta podría ser la principal diferencia entre las variaciones de la cantidad de individuos encontrados.

4.2.1.1. Prueba de normalidad de datos.

Se procede en primera instancia a realizar la una prueba de normalidad de datos mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov (**Tabla 16**), adicional a esta prueba se procede a realizar histogramas (**Figura 12, Figura 13 y Figura 14**) para las variables numéricas continuas, estos gráficos nos permiten tener una mejor visualización de la distribución de datos.

Tabla 16. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para determinar la normalidad de datos de densidad basal, densidad de copa, distancia media y vigor de los individuos.

		Distancia media	Vigor del árbol	Densidad Basal	Densidad de Copa
N		856	856	856	856
Parámetros normales ^{a,b}	Media	5.0116	3.16	.1160	55.5838
	Desv. Estándar	1.12900	1.316	.08863	66.63609
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.072	.155	.135	.209
	Positivo	.050	.155	.135	.209
	Negativo	-.072	-.132	-.095	-.202
Estadístico de prueba		.072	.155	.135	.209
Sig. asin. (bilateral) ^c		<.001	<.001	<.001	<.001
Sig. Monte Carlo (bilateral) ^d	Sig. Intervalo de confianza 95%	.000	.000	.000	.000
	de Límite al inferior	.000	.000	.000	.000
	Límite superior	.000	.000	.000	.000

En la **Tabla 16** mediante el uso del software SPSS, se obtiene como resultado que tanto la distancia media, densidad basal y densidad de copa tienen un p valor menor al 0.05, lo cual nos permite afirmar que los datos son de distribución anormal, tal afirmación se corrobora en la **Figura 12, Figura 13 y Figura 14**; este resultado nos permitirá utilizar una prueba no paramétrica en este caso, se emplea la correlación de Rho de Spearman. Adicional a este resultado, se puede visualizar que está considerada la variable categórica ordinal vigor del arbolado, al igual que las variables numéricas continuas ya mencionadas, donde se observa que también tiene una distribución anormal, con un p valor menor al 0.05.

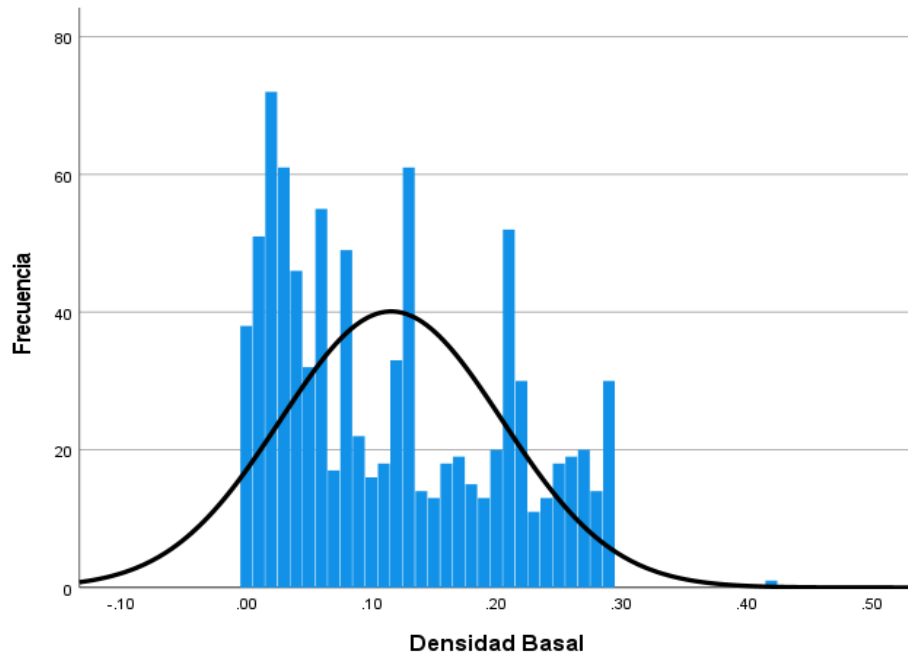


Figura 12. Histograma y curva de normalidad de datos sobre la densidad basal para prueba Kolmogórov-Smirnov.

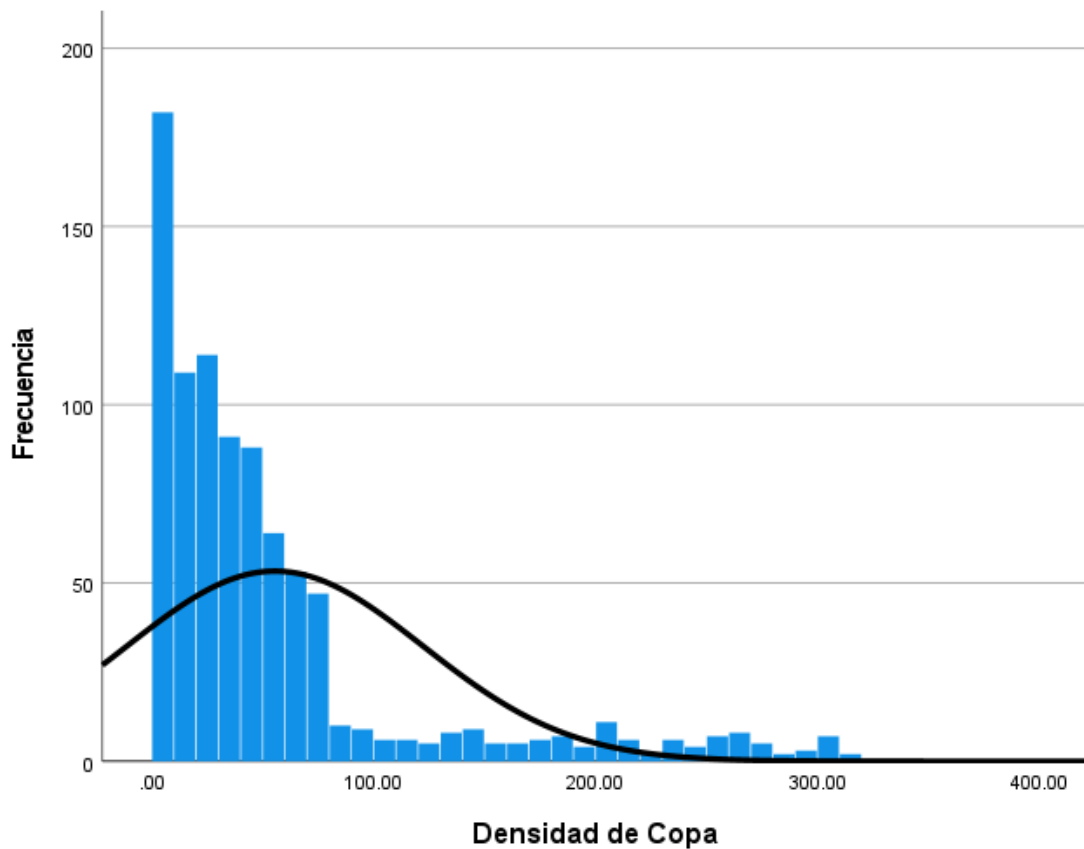


Figura 13. Histograma y curva de normalidad de datos sobre densidad de copa para prueba Kolmogórov-Smirnov.

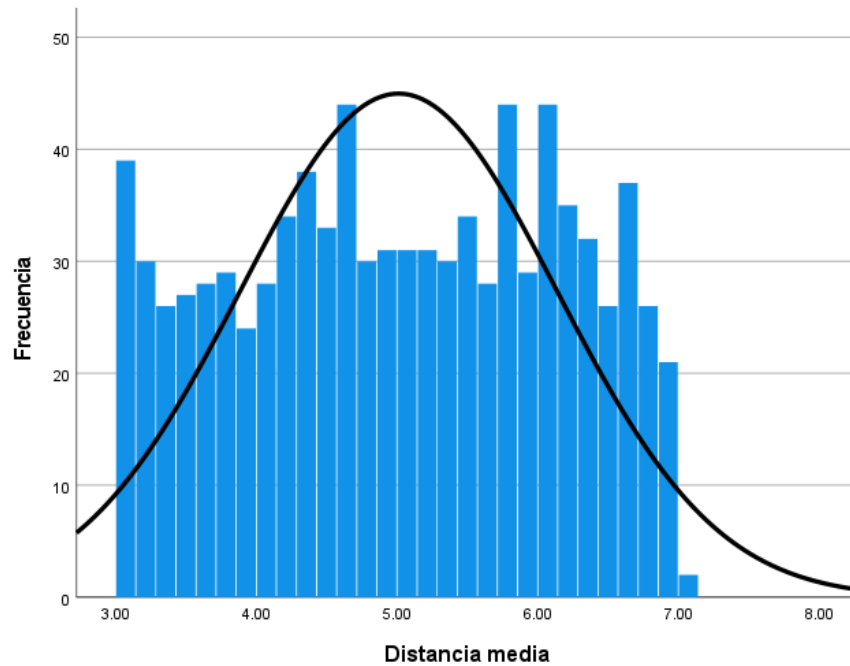


Figura 14. Histograma y curva de normalidad de datos sobre distancia media para prueba Kolmogórov-Smirnov

4.2.2. Densidad basal

Se establece que existe una correlación entre la densidad basal y el vigor del arbolado, a través de la prueba estadística rho de Spearman se puede afirmar que, es una relación inversa muy baja con un p valor 0.001 menor al 0.05, donde el valor de coeficiente Rho de Spearman es -0.138 (Tabla 17).

Tabla 17. Prueba de Rho de Spearman para determinar relación entre el vigor con respecto a la densidad basal.

		Vigor del Densidad árbol Basal	
Rho de Spearman	Vigor del árbol	Coefficiente de correlación	1.000 -.138**
		Sig. (bilateral)	. <.001
		N	856 856
	Densidad Basal	Coefficiente de correlación	-.138** 1.000
		Sig. (bilateral)	<.001 .
		N	856 856

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).



Leal Elizondo et al. (2018) en su investigación calculan la densidad básica con valores promedio similares a nuestra investigación 0.78 m^2 , no obstante, la relaciona con otros factores como la diversidad de especies y el tamaño del área; Zhang et al. (2020) y Chen et al. (2020) por su parte indican que no hay alguna relación entre el desarrollo normal de los árboles con la densidad basal, adicional a esta afirmación, en la investigación de Zamora (2015) se encuentra una relación entre la densidad basal y el vigor con un valor $p:0.001$ significativo y con un valor de Rho de Spearman 2.35 significativo el cual establece una relación positiva a diferencia de nuestra investigación. Esta densidad basal o área basal es importante para determinar si un árbol está desarrollándose de forma adecuada (Chauchard, 2001); podemos aclarar que, al relacionar la densidad basal con el vigor en la presente investigación, encontramos algo peculiar, que, si aumenta la densidad basal, el estado de vigorosidad disminuye, sin embargo, esta relación es muy baja. Krajicek (1961) ya mencionaba que algunas características medibles cuantitativamente como la altura, el DAP y las densidades muchas veces no tienen una relación positiva en cuanto al desarrollo normal del árbol (características cualitativas); estas particularidades se dan por el ambiente de la ciudad y la constante intervención directa o indirecta de las personas que atienden las áreas verdes, otros factores que hacen que los árboles en tales zonas tengan un desarrollo muy distinto al desarrollo natural (Chismas & Schumacher, 1940; Reineke, 1933; Curtis, 1970).

4.2.3. Densidad de copa.

Se determinó que no existe una correlación entre la densidad de la copa y el vigor del arbolado y es una relación inversa nula con un p valor 0.084 mayor al 0.05, donde el valor de coeficiente Rho de Spearman es -0.058 (**Tabla 18**).

Tabla 18. Prueba de Rho de Spearman para determinar relación entre el vigor con respecto a la densidad de copa.

			Vigor del árbol	Densidad de Copa
Rho de Spearman	Vigor del árbol	Coeficiente de correlación	1.000	-.058
		Sig. (bilateral)	.	.084
		N	891	891
Densidad de Copa	Densidad de Copa	Coeficiente de correlación	-.058	1.000
		Sig. (bilateral)	.084	.
		N	891	891

Esta información corrobora la investigación de Zamora (2015) que encuentra valores de Rho de Spearman de 0.34, la diferencia con nuestra investigación es en el signo, mientras que la presente investigación está cerca de una relación negativa, Zamora (2015) esta con una relación positiva pero este resultado no influye en las conclusiones puesto que es un valor despreciable para considerar que la densidad de copa influye sobre el vigor, sin embargo Kara (2016); Cortorreal et al., (2016); Reineke (1933) mencionan en sus investigaciones y llegan a la misma conclusion de que la densidad de la copa (frondosidad) de los arboles es directamente proporcional a que un individuo sea vigoroso, sin embargo, esta afirmacion no se logra comprobar mediante un metodo estadistico de correlacion como se realiza en la presente investigacion.

4.2.4. Distancia media.

Se determinó que no existe una correlación entre la distancia media y el vigor del arbolado teniendo una relación directa nula con un p valor 0.598 mayor al 0.05, donde el valor de coeficiente Rho de Spearman es 0.018 (**Tabla 19**).

Tabla 19. Prueba de Rho de Spearman para determinar relación entre el vigor con respecto a la distancia media.

		Vigor del árbol	Distancia media
Rho de Spearman	Vigor del árbol	Coefficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	.
		N	891
	Distancia Media	Coefficiente de correlación	.018
		Sig. (bilateral)	.598
		N	891

La distancia media al relacionarla con el vigor del arbolado, la prueba estadística determina que no existe relación alguna entre esas variables, con un valor superior al 0.05, no obstante, Benedetti & Campo de Ferreras, (2007) logran encontrar una relacion entre la densidad de copa y el vigor de los arboles tomando en cuenta otros dos factores, la muerte regresiva y la transparencia de follaje cabe resaltar que sus resultados son de estadisticos descriptivos expresados en porcentajes y Rho de Spearman 2.56 estableciendo una relación positiva, por otra parte Lara B, (2017) llega al mismo resultado que la presente investigacion donde no hay una relacion entre el vigor y la distancia media, Cortorreal et al. (2016) en su investigacion no logra comprobar la relacion entre la distancia media y el vigor del arbolado pues lo considera innecesario ya que las distancias son determinadas desde un principio por las personas que administran las areas verdes caso que no se necesariamente se da en la ciudad donde se realizo la presente investigacion, es necesario aclarar que la distancia entre árboles en ambientes naturales tiene una marcada relación con el vigor (Reineke, 1933), asimismo la densidad de copa está muy relacionada con el vigor del árbol en ambientes naturales Krajicek (1961).



V. CONCLUSIONES

1. La composición de especies está limitada en 6 especies con solo una especie endémica y 39 individuos muertos en pie en las diferentes áreas verdes evaluadas; esto implica una poca cantidad de especies en las áreas verdes administradas por la municipalidad de San Román.
2. La etapa de vida más representativa fue la madura (39.3%) en las áreas verdes evaluadas, donde la cantidad de individuos maduros incrementa cuando el tamaño del área incrementa; el estado sanitario del tronco con mayor representación es el estado bueno (43.3%) con dependencia respecto al tamaño de las áreas verdes donde mayor sea el tamaño del área verde mejor será el estado sanitario del tronco; el estado sanitario de la copa más representativo fue regular (35.2%) con dependencia respecto al tamaño del área verde donde mayor sea el tamaño del área verde encontraremos más individuos de estado sanitario regular; respecto al estado estructural del tronco el más representativo fue el estado regular (32.5%) teniendo dependencia respecto al tamaño de las áreas verdes donde a mayor tamaño del área verde tendrán un estado sanitario regular; el estado estructural de la copa más representativo fue bueno (36%) con dependencia respecto al tamaño del área verde donde mayor sea el tamaño de área verde el estado estructural mejorara y será bueno.
3. En cuanto al vigor existe dependencia respecto al tamaño de las áreas verdes, donde el estado declinante moderado (27.5%) fue el más representativo, es así que, mientras mayor sea el tamaño del área verde encontraremos más árboles con condición de vigor declinante moderado. Al relacionar el vigor con la densidad basal, el vigor del arbolado disminuye si la densidad basal aumenta (Rho de Spearman = -0.138; $p= 0.001$), cabe resaltar que esta relación es muy baja; la



densidad de copa y la distancia media, no se halló alguna correlación con respecto al vigor del arbolado de ambas (Rho de Spearman = -0.058; $p= 0.084$), es así que, la densidad de la copa si es mayor o menor no influirá sobre el vigor, de forma similar pasa con la distancia media (Rho de Spearman = 0.018; $p= 0.598$), si hay mayor o menor distancia entre árboles no influirán con el vigor de los árboles.

4. La presente investigación recopila información relevante para optimizar tanto el mantenimiento como la administración de áreas verdes y los individuos arbóreos que lo componen, donde las áreas pequeñas y medianas necesitan mejorar de manera prioritaria las condiciones de sus estados tanto de tronco y copa como el vigor del arbolado que lo componen; las áreas grandes y muy grandes se mantienen bien conservadas con todos los estados óptimos; el área total tiene una cantidad de árboles muy reducida y la composición de especies está muy limitada, la densidad basal, densidad de copa y la distancia media no tienen una influencia bien establecida sobre el vigor de los árboles, es así que la presente investigación contribuye a reestructurar la gestión de las áreas verdes tomando énfasis en las áreas pequeñas y medianas iniciando así las actividades culturales como poda y mantenimiento tanto estructural como sanitario y en posteriores habilitaciones de áreas verdes tomar en cuenta la información proporcionada por la presente investigación.



VI. RECOMENDACIONES

- Se advierte al municipio de San Román remover los individuos muertos en pie encontrados en la investigación ya que no cumplen algún rol dentro del área verde, así posteriormente deben ser reemplazarlos por otros individuos más idóneos para el área en donde se vayan a ubicar.
- Se recomienda a institutos superiores de la ciudad de Juliaca realizar una investigación con respecto a individuos arbóreos ubicados en espacios privados para hacer una comparación entre el vigor de estos, su estado sanitario y físico o estructural.
- Se sugiere que el municipio de San Román cense todos los individuos de la zona periurbana puesto que esta parte de la ciudad puede cumplir un rol aún más importante que la zona urbana.
- Se recomiendan que las universidades de la ciudad de Juliaca realizar un estudio tomando en cuenta una variable de tiempo para relacionarlo con el estado actual de las áreas verdes para poder proyectarse hacia el futuro lo suficiente y prever problemas futuros y así lograr una gestión con mejor manejo de áreas verdes.
- Como recomendación final se advierte al municipio de San Román de la ciudad de Juliaca que tomen especial importancia en la poda para mejora estructural y tratamiento sanitario de individuos arbóreos en áreas pequeñas y medianas para fomentar la vigorosidad de estos individuos arbóreos y así logren alcanzar el estado de vigor óptimo y así maximizar los servicios ecosistémicos que estos podrían prestar.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araya, G., Donoso, A., Nacional, S., Conaf, F., Servicio, E., General, O., Florida, L., Regulador, P., Municipales, O., Forestal, L., Silvestre, F., Estado, E., & Serfor, E. (2011). - *Manual de Arboricultura y Forestería Urbana Perú - APA* .
- Architecture, L., Associate, F., Arboretum, H. A., Landscape, S., Adjunta, P. A., & Asistente, P. (1990). *vida vegeta Pag 45l*.
- Baines, O., Wilkes, P., & Disney, M. (2020). Quantifying urban forest structure with open-access remote sensing data sets. *Urban Forestry and Urban Greening*, 50(January), 126653. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126653>
- Baumeister, C. F., Gerstenberg, T., Plieninger, T., & Schraml, U. (2020). Exploring cultural ecosystem service hotspots: Linking multiple urban forest features with public participation mapping data. *Urban Forestry and Urban Greening*, 48, 126561. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126561>
- Benavides, H. (1989). Bosque urbano: la importancia de su investigación y correcto manejo (pp. 966–992). Presentado en Congreso Forestal Mexicano, Toluca, Estado de México, México.
- Benedetti, G. M., Duval, V. S., & Campo, A. M. (2016). Propuesta para el análisis de cobertura del arbolado urbano. *Proyección*, No. 20.
- Benedetti, & Campo de Ferreras. (2007). Arbolado de alineación; el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Papeles de Geografía* , 27.38.
- Calaza, P., Cariñanos, P., Escobedo, F., Schwab, J., & Tovar, G. (2018). Crear paisajes urbanos e infraestructura verde. In *Unasyuva* 250 (Vol. 69, Issue 1). www.fao.org/forestry/unasyuva.



- Chen, G., Singh, K. K., Lopez, J., & Zhou, Y. (2020). Tree canopy cover and carbon density are different proxy indicators for assessing the relationship between forest structure and urban socio-ecological conditions. *Ecological Indicators*, 113(February), 106279. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106279>
- Chauchard, L. M. (2001). *Crecimiento y producción de repoblaciones de Pinus radiata D. Don en el territorio histórico de Guipúzcoa (País Vasco)*. . Bilbao: Departamento de Agricultura y Pesca. Gobierno del País Vasco.
- Conway, T. M., Almas, A. D., & Coore, D. (2019). Ecosystem services, ecological integrity, and native species planting: How to balance these ideas in urban forest management? *Urban Forestry and Urban Greening*, 41(September 2018), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.006>
- Cortorreal, G. M., Calzada, J. R., & Viñas, F. N. (2016). *Cuantificación de la mejora de las condiciones ambientales producida por el arbolado urbano; caso de estudio Barcelona, España y Santo Domingo, Republica dominicana*. Barcelona: Escuela tecnica de arquitectura de barcelona ETSAB.
- Curtis, R. (1970). *Comparison of stand density measures as predictor of diameter increment*. California: Bartin Faculty of forestry .
- Del Castillo. (2003). *Bioestadística, para las ciencias biomedicas*. España: Publicaciones Andalucia.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Duan, Q., & Tan, M. (2020). Using a geographical detector to identify the key factors that influence urban forest spatial differences within China. *Urban Forestry and Urban Greening*, 49, 126623. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126623>



- Gonzalez, V. (2018). Las ciudades con más árboles del mundo - No todo son parques. 2018, 1–16. <https://www.muyinteresante.es/naturaleza/fotos/las-ciudades-con-mas-arboles-del-mundo>
- Filer, A. F. (2013). *An Atlas of the World's Conifers*. Leiden - Boston : Brill Tuta Sub Aegide Pallas 1683.
- Jin, J., & Yang, J. (2020). Effects of sampling approaches on quantifying urban forest structure. *Landscape and Urban Planning*, 195(November 2019), 103722. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103722>
- Kara., F. (2016). *Comparación De Medidas De Densidad Del Rodal Como Predictor Del Incremento De Diámetro*. Araştırma Makelesi: Journal of Bartın faculty of forestry.
- Köse, M. (2020). Factors affecting the planning and management of urban forests: A case study of Istanbul. *Urban Forestry and Urban Greening*, 54(May 2019), 126739. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126739>
- Krajicek, E. J. (1961). *Crown competition, a measure of density*. Washington D.C.: Forest Sci. .
- H. Troiani, A. P. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. Santa Rosa, La Pampa: EdUNLPam.
- Lam Díaz, R. M. (2005). Metodología para la confección de un proyecto de investigación. *Rev. Cuba. Hematol. Inmunol. Hemoter*, 21(2), 0–0.
- Landry, F., Dupras, J., & Messier, C. (2020). Convergence of urban forest and socio-economic indicators of resilience: A study of environmental inequality in four major cities in eastern Canada. *Landscape and Urban Planning*, 202(May), 103856. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103856>



- Lara B, Rojo, J, Blanco. (2017). Ornamental Flora and Allergenic Potential in Urban Green Spaces. Comparison . *Revista de salud ambiental*, 176-186.
- Leal Elizondo, C. E., Leal Elizondo, N., Alanís Rodríguez, E., Pequeño Ledezma, M. A., Mora Olivo, A., & Buendía Rodríguez, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>
- López-López, S. F., Martínez-Trinidad, T., Benavides-Meza, H. M., García-Nieto, M., & Ángeles-Pérez, G. (2018). Biomass and carbon storage in trees of the first section of chapultepec park, Mexico city. *Madera Bosques*, 24(3), 1–14. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431620>
- Matteucci, S., y Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos.
- Martínez, María. (2005). Bases para el Manejo del arbolado urbano de las principales vías de acceso a la comuna de Maipú, región metropolitana (Licenciatura). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Mena, C., Ormazábal, Y., Morales, Y., Santelices, R., & Gajardo, J. (2011). Green area and vegetation cover indexes for Parral city (Chile) using photointerpretation and GIS. *Ciencia Florestal*, 21(3), 517–527. <https://doi.org/10.5902/198050983809>
- McPherson, G., Nowak, D., y Rowntree, R. (1994). Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project (Informe Técnico No. 186) (p. 201). Radnor, PA, USA: Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station



- McPherson, G., van Doorn, N., y de Goede, J. (2016). Structure, function and value of street trees in California, USA. *Urban Forestry and Urban Greening*, 17, 104–115.
- Morgan, J. (2021). *State of wolrd's trees*. United Kingdom : Descanso house .
- Municipalidad Provincial Roman (2020). *Plan estrategico institucional PEI resolucion de alcaldia 598*. Juliaca.
- Naturaleza, C. O. N. L. A. (2011). Bosque Urbano, un lugar para convivir con la naturaleza. *CienciaUAT*, 5(4), 45–48.
- Parramon. (2005). *Atlas visual de bótanica*. Peru: Q.W. Editores S.A.C.
- Priego, C. (2002). *Beneficios del Arbolado Urbano Ensayo Doctorado*. 3–20.
[http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios del arbolado urbano.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf)
- Reineke, L. H. (1933). *Perfecting a stand-density index for even aged forests*. Washington D.C.: Journal of Agricultural Research.
- Retamero, N. M. (2016). *Investigación sobre la invisibilidad del mundo vegetal en Educación Infantil : el cuidado de las plantas*.
- Reyes, I., & Gutiérrez, J. (2010). Los Servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de toluca . *Universidad Autonoma del Estado de Mexico* , 96-102.
- Román-Guillén, L. M., Orantes-García, C., Del Carpio-Penagos, C. U., Sánchez-Cortés, M. S., Ballinas-Aquino, M. L., & Sarmiento, Ó. F. (2019). Tree alignment diagnosis of the city of tuxtla gutierrez, Chiapas. *Madera Bosques*, 25(1), 1–13.
<https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511559>



- Saavedra-Romero, L. de., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., & Villa-Castillo., J. (2019). Diversidad, Estructura Arbórea E Índice De Valor De Importancia En Un Bosque Urbano De La Ciudad De México. *Polibotánica*, 0(46), 25–37. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3>
- Saavedra-Romero, L. de L., Alvarado-Rosales, D., Hernández-de la Rosa, P., Martínez-Trinidad, T., Mora-Aguilera, G., & Villa-Castillo, J. (2016). Condición de copa, indicador de salud en árboles urbanos del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México. *Madera Bosques*, 22(2), 15–27. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221321>
- Sánchez, G., y Artavia, R. (2013). Inventario de la foresta en San José: gestión ambiental urbana. *Ambientico*, 232–233, 26–33.
- Schjetnan, M. (1984). Principios de Diseño Urbano Ambiental. *Ed. Concepto*, 12-35.
- Schumacher, H. H. (1940). *On the tree-area ratio certain of its appliactions* . New York: Duke School o! Forestry.
- Secretaría De Medio Ambiente Y Recursos Naturales. (2003). Introducción a los servicios ambientales. *Primera Edición. México SEMARNAT*, 8- 15.
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas. *División de MedioAmbiente Del Departamento de Desarrollo Sostenible Del Banco Interamericano de Desarrollo*, 80. <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2010/07148es.pdf>
- Tavárez, H., & Elbakidze, L. (2019). Valuing recreational enhancements in the San Patricio Urban Forest of Puerto Rico: A choice experiment approach. *Forest Policy and Economics*, 109(February), 102004. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102004>



- Templeton, L. K., Neel, M. C., Groffman, P. M., Cadenasso, M. L., & Sullivan, J. H. (2019). Changes in vegetation structure and composition of urban and rural forest patches in Baltimore from 1998 to 2015. *Forest Ecology and Management*, 454(April), 117665. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117665>
- Torres R., J. M. (2001). Evaluación de plantaciones forestales en el distrito federal de Mexico. En T. y. Magaña, *Evaluación de plantaciones forestales*. (pág. 472). D.F. Mexico : Limusa.
- Velásquez, R., & Mora, J. (2008). Cobertura arbórea y herbácea en pasturas naturalizadas de fincas ganaderas del Trópico Seco de Nicaragua. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21, 571–581.
- Verdesoto1, C. A., Macías, C. J., & Cevallos, C. C. (2020). Áreas Verdes Y Arbolado En La Zona Urbana Del Cantón Jipijapa. *Ciencias ambientales / Environment Sciences*, 47-53.
- Vergara, G., & Ibarra, J. T. (2019). Paisajes en transición: Gradientes urbano-rurales y antropización del bosque templado andino del sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2019(73), 93–111. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022019000200093>
- Wei, H., Ma, B., Hauer, R. J., Liu, C., Chen, X., & He, X. (2020). Relationship between environmental factors and facial expressions of visitors during the urban forest experience. *Urban Forestry and Urban Greening*, 53(November 2019), 126699. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126699>
- Yli-Pelkonen, V., Viippola, V., Kotze, D. J., & Setälä, H. (2020). Impacts of urban roadside forest patches on NO₂ concentrations. *Atmospheric Environment*, 232(2). <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117584>



- Zamora, S. (2015) Characterization and determination of the density of urban trees in the green areas of the Miguel Hidalgo federal district delegation. UNAM institutional repository (2020) Mexico, ciudad universitaria D.F. Tesis pre grado.
- Zhang, Y., Shen, W., Li, M., & Lv, Y. (2020). Assessing spatio-temporal changes in forest cover and fragmentation under urban expansion in Nanjing, eastern China, from long-term Landsat observations (1987–2017). *Applied Geography*, 117(January), 102190. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102190>
- Zhou, W., & Cao, F. (2020). Effects of changing spatial extent on the relationship between urban forest patterns and land surface temperature. *Ecological Indicators*, 109(159), 105778. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105778>



ANEXOS

Anexo I. Listado de áreas verdes de la ciudad de Juliaca

Tabla 20. Áreas verdes de la administración de la municipalidad de San Román.

N°	Tipo	Área verde	Referencia	Área en m ²
1	Berma	Av. Huancané	Salida Huancané	13800
2	Berma	Av. Mártires del 4 de noviembre	Salida Puno	6448
3	Plaza	Plaza 2 de mayo	Urb. Zarumilla	6406.74
4	Berma	Av. Circunvalación III	Urb. Bellavista	6200
5	Parque	Parque Zarumilla	Barrio Zarumilla	4111
6	Parque	Skate Park	Urb. la rinconada III etapa	3727.85
7	Parque	Parque el pulmoncito	Urb. la capilla	3444
8	Berma	Héroes del pacífico II	Salida Arequipa	3102
9	Berma	Héroes del pacífico I	Salida Arequipa	3097
10	Berma	Héroes del pacífico I	Salida Arequipa	3090
11	Berma	Ciclovía II	Av. circunvalación noreste	2667
12	Plaza	Parque Santa Teresa	Urb. La Capilla	2400
13	Berma	Av. circunvalación IV	IE. Politécnico	2100
14	Berma	Ciclovía I	Av. circunvalación noreste	2000
15	Parque	Parque Néstor Cáceres Velásquez	Urb. la florida	1903.33
16	Parque	Parque América	Urb. la capilla	1562
17	Berma	Av. Aviación V	Urb. santa Adriana	1450
18	Berma	Ciclovía III	Av. circunvalación noreste	1401.5
19	Parque	A la madre	Urb. la rinconada II etapa	1329.38
20	Parque	Parque Grau	Urb. la rinconada	1274.76
21	Berma	Av. circunvalación frente al ex camal	Av. circunvalación este	1225
22	Parque	Parque el maestro	Urbanización bella	1217
23	Plazuela	Los Collas	Salida Cusco	1202
24	Plaza	Plaza de armas	Cercado	1185.72
25	Parque	Parque el triciclista	Urb. los choferes	1113
26	Berma	Av. Tacna III	Urb. 9 de octubre	1102.8
27	Parque	Parque Amauta	Salida puno	1097
28	Berma	Av. Tacna II	Urb. 9 de octubre	1086
29	Berma	Av. Tacna I	Urb. 9 de octubre	1080
30	Plaza	Plaza Bolognesi	Cercado	980.2
31	Plazuela	Alameda del amor 1	Urb. la rinconada -Jr. Piura	945.1
32	Berma	Ovalo Vilcapaza	Av. circunvalación	850



33	Berma	Av. San Martín cuadra 1 A2	Urb. Villahermosa	807
34	Berma	Av. circunvalación II	Urb. san francisco	765
35	Berma	Alameda del folclore	Jr. José Domingo Choquehuanca	750
36	Berma	Av. Circunvalación	Frente al JAE	750
37	Berma	Jr. Mariano Núñez	Salida Cusco	730
38	Berma	Av. Circunvalación I	Urb. San José	717.5
39	Berma	Av. Nueva Zelandia	Frente al campo ferial	700
40	Berma	Av. Ferial cuadra 8 al 9	Av. Ferial	657
41	Parque	Parque guardia civil	Urb. Guardia civil	639.5
42	Berma	Av. Aviación I	Urb. Santa Adriana	600
43	Berma	Av. Aviación II	Urb. Santa Adriana	600
44	Berma	Av. Aviación III	Urb. Santa Adriana	600
45	Berma	Av. Aviación IV	Urb. Santa Adriana	600
46	Berma	Av. Perú	Frente al Carlos MM	500
47	Plazuela	Alameda del amor 2	Urb. la rinconada Jr. Piura	472.6
48	Parque	Rinconada III etapa	Urb. la rinconada III etapa	419.16
49	Plazuela	Rinconada I etapa	Urb. la rinconada	400
50	Parque	Parque complejo santa rosa	Frente hospital Carlos MM	400
51	Plazuela	Santa María	Av. Ferial	357.1
52	Parque	Mi Perú	Salida Cusco	350
53	Berma	Av. José Olaya	Salida Arequipa	315.19
54	Berma	Ovalo parque Cholo	Urb. Bellavista	300
55	Plaza	Parque Santa Rosa	Urb. Guardia civil	224
56	Berma	Jr. Ica	Urb. Santa cruz	222
57	Plazuela	Pasaje la cultura	Cercado	221.75
58	Parque	Santa Cecilia	Cercado	200
59	Berma	3 de mayo	Urb. 3 de mayo	192
60	Plazuela	Centro cívico	Dentro MPSN-j	180
61	Parque	Dante Nava	Urb. la rinconada II etapa	180
62	Parque	Parque José Carlos Mariátegui	Urb. la rinconada	180
63	Parque	ciclo XXI	Urb. la rinconada II etapa	170
64	Parque	Pérez de Cuellar	Urb. la rinconada	150
65	Parque	Velarde Soto	Salida Cusco	150
66	Berma	Jr. Ricardo P alma	Cercado	138
67	Parque	Parque Arica	Urb. la rinconada II etapa	80
68	Plazuela	Centro comercial 2	Cercado	70
69	Plazuela	Jr. Calixto Aristegui	Cercado	52.81
70	Plazuela	Pasaje Santa Eliza	Cercado	42.68
71	Plazuela	Jr. Cusco	Cercado	30



Anexo II. Formato de campo Kondrat

Tabla 21. Formato de campo para compilación de datos forestales. (Zamora, 2015)

FORMULARIO INVENTARIO FORESTAL									
N°	Especie	Coordenadas	Ubicación	Angulo	Htotal	Dap	DcopaNS	DcopaEO	AcopaT
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

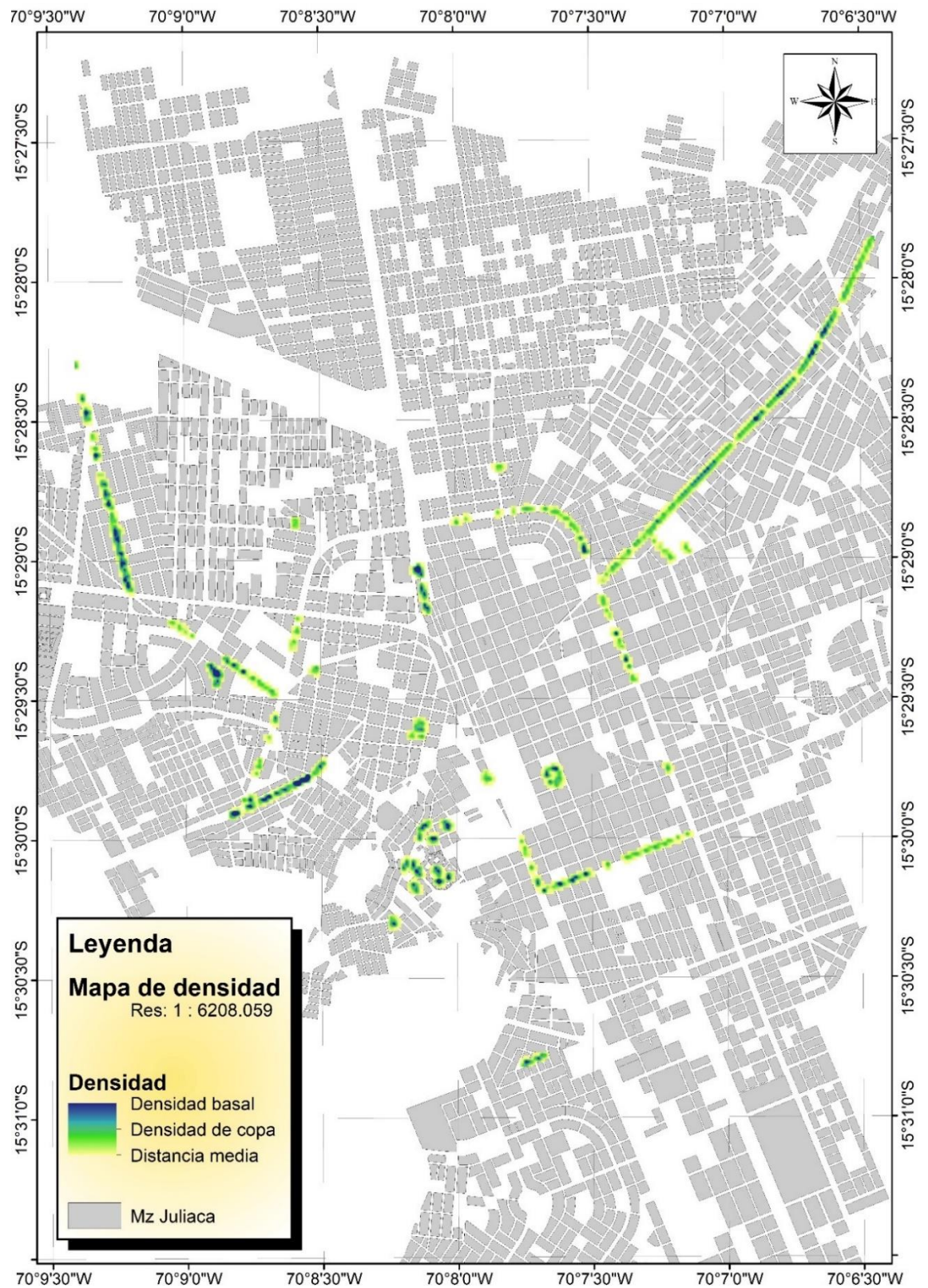
Anexo III. Formato de campo Kondrat

Tabla 22. Formato de campo para descripción cualitativa de individuos forestales. (Zamora, 2015)

DESCRIPCION					
N°	Especie	Origen		Fase de Desarrollo	
		Nativo	Introducido	Rango de Edad 1 (≤ 10 años)	Rango de Edad 2 (≥ 10 años)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Anexo IV. Mapa de densidad de árboles en áreas verdes de la ciudad de Juliaca.

Figura 15. Mapa de densidad de arbolado de Juliaca.





Anexo V. Datos recogidos y ordenados en software Excel

Tabla 23. Datos obtenidos al realizar el inventario de individuos arbóreos de las áreas verdes de la ciudad de Juliaca.

N	Area	ID	Latitud	Longitud	Especie	Altura m	Diámetro de copa viva m	Tipo de copa	Diámetro a la altura del pecho cm	Etapa de vida	Estado sanitario tronco	Estado sanitario copa	Estado física y estructural tronco	Estado física y estructural copa	Vigor	Área basal m ²	Número de copas	Densidad	Distancia Media	
1	Berna Av. Circunvalación	504	15° 29' 5.518" S	70° 9' 12.223" W	<i>Pinus radiata</i>	5.2	3.7	alargada	32.5	Maduro	Buena	Buena	Buena	Buena	1	0.08	10.52	1	22.04	5.16
2	Berna Av. Circunvalación	505	15° 29' 5.127" S	70° 9' 12.288" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	2.1	redondeada	34.4	Juvenil	Buena	Buena	Buena	Buena	3	0.09	3.60	1	8.19	4.06
3	Berna Av. Circunvalación	506	15° 29' 4.704" S	70° 9' 12.420" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	3.8	redondeada	27.5	Maduro	Malo	Buena	Regular	Buena	4	0.06	11.04	1	23.69	6.55
4	Berna Av. Circunvalación	507	15° 29' 3.661" S	70° 9' 12.683" W	<i>Pinus radiata</i>	6.5	4.0	redondeada	52.5	Señal	Buena	Buena	Buena	Regular	3	0.22	2.69	1	26.38	3.11
5	Berna Av. Circunvalación	508	15° 29' 3.368" S	70° 9' 12.715" W	<i>Pinus radiata</i>	6.2	2.2	alargada	39.5	Señal	Buena	Buena	Buena	Regular	3	0.12	3.70	1	8.40	5.17
6	Berna Av. Circunvalación	509	15° 29' 3.009" S	70° 9' 12.847" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	3.1	alargada	52.2	Juvenil	Buena	Buena	Regular	Buena	3	0.21	7.50	1	16.00	4.99
7	Berna Av. Circunvalación	510	15° 29' 2.521" S	70° 9' 13.011" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	5.4	alargada	41.1	Señal	Buena	Regular	Pésimo	Malo	1	0.13	23.16	1	47.31	5.14
8	Berna Av. Circunvalación	511	15° 29' 2.260" S	70° 9' 13.011" W	<i>Pinus radiata</i>	5.5	6.3	alargada	58.9	Maduro	Buena	Regular	Buena	Buena	3	0.27	31.37	1	63.74	6.17
9	Berna Av. Circunvalación	512	15° 29' 0.827" S	70° 9' 13.385" W	<i>Pinus radiata</i>	5.2	2.7	alargada	31.8	Juvenil	Regular	Regular	Buena	Regular	3	0.08	5.73	1	12.45	3.09
10	Berna Av. Circunvalación	513	15° 29' 0.631" S	70° 9' 13.371" W	<i>Pinus radiata</i>	7.0	7.7	alargada	60.3	Maduro	Regular	Regular	Buena	Regular	4	0.29	46.52	1	93.65	5.94
11	Berna Av. Circunvalación	514	15° 29' 0.305" S	70° 9' 13.470" W	<i>Pinus radiata</i>	5.2	8.2	alargada	27.5	Juvenil	Buena	Buena	Regular	Buena	3	0.06	52.55	1	106.11	6.38
12	Berna Av. Circunvalación	515	15° 29' 0.077" S	70° 9' 13.535" W	<i>Pinus radiata</i>	7.0	7.1	alargada	52.5	Juvenil	Buena	Buena	Regular	Buena	2	0.22	39.15	1	79.29	4.29
13	Berna Av. Circunvalación	516	15° 28' 59.849" S	70° 9' 13.568" W	<i>Pinus radiata</i>	5.1	2.3	redondeada	39.5	Maduro	Buena	Regular	Buena	Buena	3	0.12	3.98	1	8.95	3.99
14	Berna Av. Circunvalación	517	15° 28' 59.002" S	70° 9' 13.788" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	3.5	alargada	52.2	Maduro	Regular	Regular	Buena	Regular	3	0.21	9.57	1	20.13	3.97
15	Berna Av. Circunvalación	518	15° 28' 58.806" S	70° 9' 13.864" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	5.2	redondeada	41.1	Juvenil	Buena	Regular	Regular	Regular	3	0.13	21.48	1	43.97	6.14
16	Berna Av. Circunvalación	519	15° 28' 58.643" S	70° 9' 13.897" W	<i>Pinus radiata</i>	6.5	8.7	alargada	58.9	Maduro	Buena	Buena	Buena	Buena	3	0.27	59.17	1	119.35	4.65
17	Berna Av. Circunvalación	520	15° 28' 58.220" S	70° 9' 13.961" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	7.2	redondeada	31.8	Maduro	Regular	Buena	Buena	Regular	3	0.08	40.94	1	82.88	4.15
18	Berna Av. Circunvalación	521	15° 28' 57.340" S	70° 9' 14.225" W	<i>Pinus radiata</i>	7.0	3.9	alargada	41.1	Juvenil	Buena	Regular	Pésimo	Buena	2	0.13	12.19	1	28.38	3.26
19	Berna Av. Circunvalación	522	15° 28' 55.646" S	70° 9' 14.618" W	<i>Pinus radiata</i>	5.1	2.3	redondeada	31.8	Maduro	Buena	Regular	Buena	Malo	3	0.08	3.98	1	8.95	3.73
20	Berna Av. Circunvalación	523	15° 28' 56.004" S	70° 9' 14.587" W	<i>Pinus radiata</i>	5.5	2.8	alargada	41.1	Maduro	Buena	Buena	Regular	Buena	3	0.13	6.11	1	13.23	4.77
21	Berna Av. Circunvalación	524	15° 28' 55.255" S	70° 9' 14.717" W	<i>Pinus radiata</i>	5.2	6.0	redondeada	27.5	Maduro	Buena	Buena	Buena	Buena	3	0.06	26.09	1	57.17	3.39
22	Berna Av. Circunvalación	525	15° 28' 54.864" S	70° 9' 14.815" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	4.1	alargada	52.2	Maduro	Buena	Buena	Buena	Pésimo	5	0.00	0.00	1	1.00	4.95
23	Berna Av. Circunvalación	527	15° 28' 54.656" S	70° 9' 14.815" W	<i>Pinus radiata</i>	5.1	4.6	alargada	39.5	Maduro	Regular	Buena	Buena	Buena	3	0.12	16.47	1	33.95	3.83
24	Berna Av. Circunvalación	528	15° 28' 54.440" S	70° 9' 14.913" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	3.2	alargada	52.2	Señal	Malo	Buena	Malo	Regular	3	0.21	8.19	1	17.39	4.46
25	Berna Av. Circunvalación	529	15° 28' 54.114" S	70° 9' 14.979" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	7.0	redondeada	41.1	Maduro	Regular	Buena	Buena	Pésimo	4	0.13	38.16	1	77.31	3.85
26	Berna Av. Circunvalación	530	15° 28' 53.886" S	70° 9' 15.011" W	<i>Pinus radiata</i>	6.5	3.8	redondeada	58.9	Maduro	Buena	Regular	Buena	Buena	2	0.27	11.22	1	23.44	3.02
27	Berna Av. Circunvalación II	531	15° 28' 53.629" S	70° 9' 14.965" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	5.2	redondeada	31.8	Maduro	Buena	Buena	Malo	Regular	3	0.08	21.16	1	43.31	6.07
28	Berna Av. Circunvalación II	532	15° 28' 53.691" S	70° 9' 15.044" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	4.1	redondeada	52.2	Maduro	Buena	Buena	Buena	Buena	2	0.21	13.01	1	27.02	3.33
29	Berna Av. Circunvalación II	533	15° 28' 53.300" S	70° 9' 15.209" W	<i>Pinus radiata</i>	5.5	5.9	alargada	41.1	Señal	Buena	Malo	Regular	Buena	2	0.13	27.43	1	55.87	5.85
30	Berna Av. Circunvalación II	534	15° 28' 52.909" S	70° 9' 15.274" W	<i>Pinus radiata</i>	5.2	3.1	redondeada	52.2	Maduro	Regular	Buena	Buena	Buena	3	0.21	7.69	1	16.39	5.78
31	Berna Av. Circunvalación II	535	15° 28' 51.703" S	70° 9' 15.569" W	<i>Pinus radiata</i>	7.0	9.9	redondeada	41.1	Juvenil	Buena	Buena	Buena	Buena	1	0.13	76.98	1	184.95	3.59
32	Berna Av. Circunvalación II	536	15° 28' 51.345" S	70° 9' 15.702" W	<i>Pinus radiata</i>	5.1	9.6	alargada	31.8	Maduro	Buena	Buena	Buena	Regular	3	0.08	62.23	1	145.46	6.28
33	Berna Av. Circunvalación II	537	15° 28' 50.758" S	70° 9' 15.799" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	2.9	redondeada	60.3	Juvenil	Malo	Buena	Regular	Malo	2	0.29	6.79	1	14.58	6.43
34	Berna Av. Circunvalación II	538	15° 28' 50.432" S	70° 9' 15.898" W	<i>Pinus radiata</i>	6.1	5.8	redondeada	31.8	Maduro	Buena	Buena	Pésimo	Regular	4	0.08	26.42	1	53.84	5.14
35	Berna Av. Circunvalación II	539	15° 28' 50.009" S	70° 9' 15.996" W	<i>Pinus radiata</i>	5.0	2.4	alargada	60.3	Juvenil	Buena	Regular	Regular	Malo	3	0.29	4.37	1	9.75	6.80
36	Berna Av. Tlaca	540	15° 29' 22.565" S	70° 8' 54.465" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	9.55	18.1	alargada	26.88	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	1	0.06	255.89	1	512.77	5.79
37	Berna Av. Tlaca	541	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
38	Berna Av. Tlaca	542	15° 29' 22.696" S	70° 8' 54.231" W	<i>pinus radiata</i>	5.82	2.7	redondeada	41.06	Juvenil	Buena	Buena	Buena	Malo	2	0.13	5.68	1	12.27	6.07
39	Berna Av. Tlaca	543	15° 29' 22.696" S	70° 8' 54.231" W	<i>pinus radiata</i>	5.91	6.9	alargada	15.91	Maduro	Buena	Regular	Buena	Regular	4	0.02	36.85	1	74.71	3.85
40	Berna Av. Tlaca	544	15° 29' 22.696" S	70° 8' 54.231" W	<i>pinus radiata</i>	5.82	2.7	redondeada	41.06	Juvenil	Buena	Buena	Buena	Malo	2	0.13	5.68	1	12.27	6.07
41	Berna Av. Tlaca	545	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	9.99	18.5	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
42	Berna Av. Tlaca	546	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
43	Berna Av. Tlaca	547	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
44	Berna Av. Tlaca	548	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
45	Berna Av. Tlaca	549	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
46	Berna Av. Tlaca	550	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
47	Berna Av. Tlaca	551	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
48	Berna Av. Tlaca	552	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
49	Berna Av. Tlaca	553	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
50	Berna Av. Tlaca	554	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
51	Berna Av. Tlaca	555	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
52	Berna Av. Tlaca	556	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
53	Berna Av. Tlaca	557	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
54	Berna Av. Tlaca	558	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
55	Berna Av. Tlaca	559	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
56	Berna Av. Tlaca	560	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
57	Berna Av. Tlaca	561	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
58	Berna Av. Tlaca	562	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada	22.18	Maduro	Buena	Buena	Regular	Regular	4	0.04	269.38	1	539.77	4.20
59	Berna Av. Tlaca	563	15° 29' 22.694" S	70° 8' 54.433" W	<i>cupressus macrocarpa</i>	5.45	6.8	alargada</												

Anexo VI. Panel fotográfico.



Figura 16. Toma de medidas DAP de especie *Pinus radiata* en inmediaciones del parque el Pulmoncito.



Figura 17. Toma de medidas de altura de especie *Pinus radiata* en inmediaciones del parque el Pulmoncito.

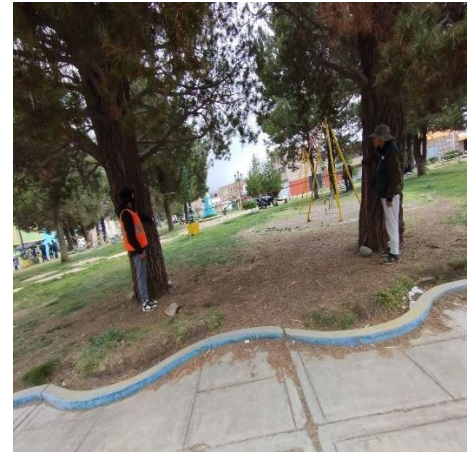


Figura 18. Toma de medidas de Distancia media en inmediaciones del parque el Pulmoncito.



Figura 19. Toma de medidas de altura en inmediaciones del Parque Amauta.



Figura 20. Toma de medidas DAP en inmediaciones del parque Amauta.



Figura 22. Toma de medidas de la densidad de copa en inmediaciones de avenida Nueva Zelanda.



Figura 21. Toma de medidas de altura en inmediaciones de avenida Nueva Zelanda.



Figura 23. Toma de distancia media en inmediaciones de avenida Nueva Zelanda.



Figura 24. Toma de medidas de densidad de copa este-oeste en inmediaciones de la avenida nueva Zelandia.



Figura 25. Toma de medidas de altura en inmediaciones de avenida circunvalación.



Figura 26. Toma de medidas de distancia media en inmediaciones de la avenida circunvalación.



Figura 27. Toma de medidas de altura especie *Sáliz babylonica* en inmediaciones de parque el triciclista.



Figura 28. Toma de medidas DAP en inmediaciones del parque el Triciclista.

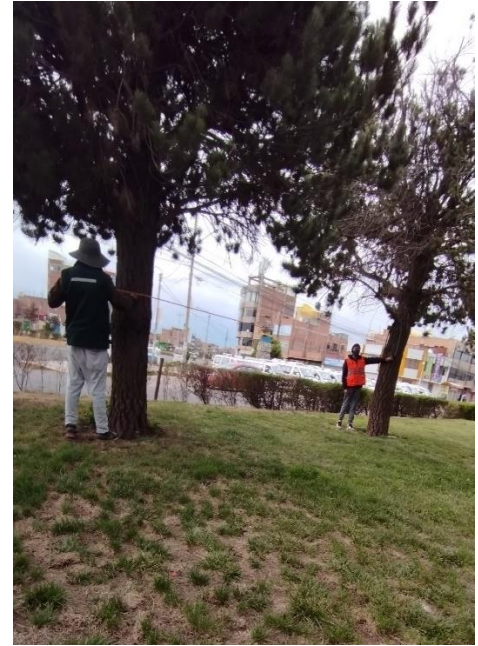


Figura 30. Toma de medida de distancia media en inmediaciones de la avenida aviación.



Figura 29. Toma de medidas de distancia media en inmediaciones de avenida Aviación.



Figura 31. Toma de medidas de distancia media en inmediaciones de avenida Aviación.



Anexo VII. Constancia de ejecución de tesis

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

GERENCIA DE DESARROLLO URBANO

"Sub Gerencia de Control Urbano y Catastro"

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia



Constancia

SUB GERENTE DE CONTROL URBANO Y CATASTRO

ARQ. JOSE LUIS VERIA CAHUAPAZA

HACE CONSTAR

Que, don Jhon Carlos Ticona Peralta con número de DNI: 76651513, siendo bachiller en Biología de la Universidad Nacional del Altiplano, que figura como autor del proyecto de tesis titulado "DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN LAS ÁREAS VERDES DE LA CIUDAD JULIACA, SAN ROMÁN", realizó la respectiva ejecución de proyecto de tesis en la subgerencia de control urbano y catastro donde se investigó las áreas verdes de la municipalidad provincial San Román Juliaca conforme a las Habilitaciones Urbanas revisadas y aprobadas por esta Sub Gerencia, que se adjunta en el siguiente documento, desde la fecha 02 de abril del 2021 al 02 de agosto del 2021.

Y para que conste a petición del interesado, la presente constancia para los fines que estime conveniente



Juliaca, 17 de noviembre 2022



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

GERENCIA DE DESARROLLO URBANO



Lista de áreas verdes evaluadas.

Sub Gerencia de Control Urbano y Catastro

N° Área verde Ubicación Superficie (m²)

1	Plazuela Centro cívico	Dentro MPSN-j	180
2	Parque Dante Nava	Urb. la rinconada II etapa	180
3	Parque José Carlos Mariátegui	Urb. la rinconada	180
4	Berma 3 de mayo	Urb. 3 de mayo	192
5	Parque Santa Cecilia	Cercado	200
6	Plazuela Pasaje la cultura	Cercado	221.75
7	Berma Jr. Ica	Urb. Santa cruz	222
8	Parque Santa Rosa	Urb. Guardia civil	224
9	Berma Ovalo parque Cholo	Urb. Bellavista	300
10	Berma Av. José Olaya	Salida Arequipa	315.19
11	Parque Mi Perú	Salida Cusco	350
12	Plazuela Santa Maria	Av. Ferial	357.1
13	Plazuela Rinconada I etapa	Urb. la rinconada	400
14	Parque complejo Santa Rosa	Frente del hospital carlos MM	400
15	Parque Rinconada III etapa	Urb. la rinconada III etapa	419.16
16	Plazuela Alameda del amor 2	Urb. la rinconada -jr piura	472.6
17	Berma Av. Perú	frente al hospital carlos MM E	500
18	Parque guardia civil	Urb guardia civil	639.5
19	Berma Av. Ferial Cuadra 8 al 9	Av. Ferial	657
20	Berma Av. Nueva Zelandia	Frente al campo ferial	700
21	Berma Av. Circunvalacion I	Urb. san jose	718
22	Berma Jr. Mariano Nuñez	Salida cusco	730
23	Berma alameda del folclore	Jr. Jose Domingo Choquehuanca	750
24	Berma Av. Circunvalacion	Frente al JAE	750
25	Berma av circunvalacion II	Urb. San Francisco	765
26	Berma Av. Aviacion I,II,III y IV	Urb santa adriana	2400
27	Parque Amauta	Salida Puno	1,097
28	Berma Av. Tacna	Urb. 9 de Octubre	1,102.80
29	Parque el triciclista	Urb. Los choferes	1,113
30	plaza de armas	Cercado	1,185.72
31	plazuela los kollas	Salida Cusco	1,202
32	Parque al maestro	Urb. Bellavista	1,217
33	Parque a la madre	Urb. la Rinconada II etapa	1,329.38
34	Parque el pulmoncito	Urb. la Capilla	3,444
35	Plaza 2 de mayo	Urb. Zarumilla	6,406.74
36	Berma Av Huancane	Salida Huancane	13,800
Total			53,215





DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Shun Carlos Tirona Peralta
, identificado con DNI 76651513 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

De Biología

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"Determinación de la densidad y caracterización del arbolado Urbano
en áreas verdes de la ciudad de Juliaca"

" Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 05 de Junio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Jhon Carlos Tirmanca Pesalta
identificado con DNI 76651513 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
de Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"Determinación de la densidad y caracterización del arbolado urbano en áreas verdes de la ciudad de Juliaca"

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 05 de Junio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella