

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO  
DEL TILLANDSIAL Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA  
EN LOS DISTRITOS ALTO DE LA ALIANZA Y  
CIUDAD NUEVA DE LA PROVINCIA DE  
TACNA

TESIS

Presentada por:

Bach. Grecia Solange Gómez Cáceres

Para optar por el Título Profesional de  
INGENIERO AMBIENTAL

TACNA – PERÚ

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**TESIS**

**ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DEL  
TILLANDSIAL Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA EN  
LOS DISTRITOS ALTO DE LA ALIANZA Y CIUDAD  
NUEVA DE LA PROVINCIA DE TACNA**

SUSTENTADA Y APROBADA EL 30 DE SETIEMBRE DEL 2024;  
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE

.....  
Dr. César Julio Cáceda Quiroz

SECRETARIO

.....  
Dr. Pablo Juan Franco León

VOCAL

.....  
Dr. Edgar Chaparro Aguilar

ASESOR

.....  
Dr. Pablo Juan Franco León

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. Pablo Juan Franco León, en mi condición de asesor acreditado con Resolución de Facultad N° 7737-2023-FCAG del 05 de julio del 2023, del trabajo de tesis titulado: *"ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DEL TILLANDSIAL Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA EN LOS DISTRITOS ALTO DE LA ALIANZA Y CIUDAD NUEVA DE LA PROVINCIA DE TACNA"*, presentado por la Señorita Bachiller Grecia Solange Gómez Cáceres, para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de los trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 7%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención del título profesional, según corresponda y consiguientemente para su publicación en el repositorio institucional.

Tacna, 12 de agosto del 2024

FIRMA ASESOR  
Nombres y apellidos

.....  
Dr. Pablo Juan Franco León  
DNI N° 00401733



FIRMA TESISTA  
Nombres y apellidos

.....  
Bach. Grecia Solange Gómez Cáceres  
DNI N° 78013034



## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres, Marizol y Felipe, a mamá Benita, a mi hermana Milagros, a mi tío César y a toda mi familia, por apoyarme incondicionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia que siempre me brindó su apoyo incondicional. A mi mamá Benita, que, con su constancia y ánimos, permitió que concluya la presente tesis, a mi papá Felipe que me brindó la confianza para no rendirme durante el proceso. A mi tío César, por brindarme sus conocimientos y apoyo durante el proceso de investigación. A mi asesor Dr. Pablo Franco por su orientación, paciencia y apoyo al compartir sus conocimientos para concluir la tesis.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>CONTENIDO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xx
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xxv
<b>RESUMEN</b> .....	xxvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xxvii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1	Planteamiento del problema .....	3
1.2	Formulación y sistematización del problema .....	5
1.2.1	Problema general.....	5
1.2.2	Problemas específicos .....	5
1.3	Delimitación de la investigación .....	5

1.4	Justificación en importancia de la investigación.....	6
1.4.1	Justificación social .....	6
1.4.2	Justificación económica .....	7
1.4.3	Justificación técnica .....	7
1.4.4	Justificación ambiental.....	7

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

2.1	Objetivos .....	9
2.1.1	Objetivo general.....	9
2.1.2	Objetivos específicos .....	9
2.2	Hipótesis .....	10
2.2.1	Hipótesis general .....	10
2.2.2	Hipótesis específicas .....	10
2.3	Variables .....	11
2.4	Operacionalización de las variables.....	11

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

3.1	Antecedentes bibliográficos.....	13
3.1.1	Nivel internacional.....	13
3.1.2	Nivel nacional.....	15
3.1.3	Nivel local.....	18
3.3	Definición de conceptos básicos .....	34

### **CAPÍTULO IV**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1	Tipo y diseño de la investigación.....	36
4.2	Población y muestra de estudio.....	36
4.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	52
4.3.1	Técnicas de recolección.....	52
4.4	Materiales e instrumentos.....	62
4.5	Análisis estadístico .....	63

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

5.1	Resultados.....	64
5.1.1	Determinación de la cobertura en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.....	64
5.1.2	Estimación de captura de dióxido de carbono de los tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna .....	69
5.1.3	Aplicación de dos métodos de valoración económica del servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna .....	79
5.2	Discusión de resultados.....	112
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	121
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	123
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	124

<b>ANEXOS</b> .....	138
---------------------	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....	11
<b>Tabla 2.</b> Métodos de valoración económica .....	33
<b>Tabla 3.</b> Puntos de muestreo para el distrito Ciudad Nueva .....	44
<b>Tabla 4.</b> Puntos de muestreo para el distrito Alto de la Alianza .....	48
<b>Tabla 5.</b> Resultados alfa de Cronbach .....	61
<b>Tabla 6.</b> Cobertura del tillandsial del distrito Alto de la Alianza .....	64
<b>Tabla 7.</b> Cobertura del tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	65
<b>Tabla 8.</b> Área final para determinar la captura de CO <sub>2</sub> .....	67
<b>Tabla 9.</b> Determinación de captura de CO <sub>2</sub> por cuadrante en el distrito Alto de la Alianza .....	69
<b>Tabla 10.</b> Cobertura para la captura de CO <sub>2</sub> por cuadrante en el distrito Alto de la Alianza .....	70
<b>Tabla 11.</b> Resultado final de captura de CO <sub>2</sub> para el distrito Alto de la Alianza .....	71
<b>Tabla 12.</b> Determinación de captura de CO <sub>2</sub> en el tillandsial de Ciudad Nueva.....	72
<b>Tabla 13.</b> Cobertura para la captura de CO <sub>2</sub> en el tillandsial de Ciudad Nueva .....	73

<b>Tabla 14.</b> Resultado final de captura de CO <sub>2</sub> para el tillandsial del distrito Ciudad Nueva.....	74
<b>Tabla 15.</b> Comparación de captura de CO <sub>2</sub> en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.....	75
<b>Tabla 16.</b> Datos del encuestado: Género del distrito Alto de la Alianza ..	81
<b>Tabla 17.</b> Datos del encuestado: Edad del distrito Alto de la Alianza.....	82
<b>Tabla 18.</b> Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Alto de la Alianza .....	84
<b>Tabla 19.</b> Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Alto de la Alianza .....	85
<b>Tabla 20.</b> Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Alto de la Alianza.....	86
<b>Tabla 21.</b> Datos del encuestado: Estado civil del distrito Alto de la Alianza .....	87
<b>Tabla 22.</b> Datos del encuestado: Ingreso mensual del distrito Alto de la Alianza .....	88
<b>Tabla 23.</b> Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza.....	89
<b>Tabla 24.</b> Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza .....	90

<b>Tabla 25.</b> Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación del distrito Alto de la Alianza .....	91
<b>Tabla 26.</b> Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza .....	92
<b>Tabla 27.</b> Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza .....	94
<b>Tabla 28.</b> Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza .....	95
<b>Tabla 29.</b> Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar para el distrito Alto de la Alianza .....	96
<b>Tabla 30.</b> Datos del encuestado: Género del distrito Ciudad Nueva .....	97
<b>Tabla 31.</b> Datos del encuestado: Edad del distrito Ciudad Nueva .....	98
<b>Tabla 32.</b> Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Ciudad Nueva.....	99
<b>Tabla 33.</b> Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Ciudad Nueva.....	100
<b>Tabla 34.</b> Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Ciudad Nueva.....	101

<b>Tabla 35.</b> Datos del encuestado: Estado civil del distrito Ciudad Nueva .....	102
<b>Tabla 36.</b> Datos del encuestado: Ingreso mensual del distrito Ciudad Nueva.....	103
<b>Tabla 37.</b> Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	104
<b>Tabla 38.</b> Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	105
<b>Tabla 39.</b> Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación del distrito Ciudad Nueva .....	106
<b>Tabla 40.</b> Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	107
<b>Tabla 41.</b> Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva .....	108
<b>Tabla 42.</b> Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva .....	109
<b>Tabla 43.</b> Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar del distrito Ciudad Nueva .....	110

<b>Tabla 44.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA1 .....	140
<b>Tabla 45.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA2 .....	141
<b>Tabla 46.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA3 .....	142
<b>Tabla 47.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA4 .....	143
<b>Tabla 48.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA5 .....	144
<b>Tabla 49.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA6 .....	145
<b>Tabla 50.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA7 .....	146
<b>Tabla 51.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA8 .....	147
<b>Tabla 52.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA9 .....	148
<b>Tabla 53.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA10 .....	149

<b>Tabla 54.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA11 .....	150
<b>Tabla 55.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA12 .....	151
<b>Tabla 56.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA13 .....	152
<b>Tabla 57.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA14 .....	153
<b>Tabla 58.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA15 .....	154
<b>Tabla 59.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA16 .....	154
<b>Tabla 60.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA17 .....	155
<b>Tabla 61.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA18 .....	155
<b>Tabla 62.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA19 .....	156
<b>Tabla 63.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA20 .....	157

<b>Tabla 64.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA21 .....	157
<b>Tabla 65.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA22 .....	158
<b>Tabla 66.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA23 .....	158
<b>Tabla 67.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN1 .....	159
<b>Tabla 68.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN2 .....	160
<b>Tabla 69.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN3 .....	161
<b>Tabla 70.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN4 .....	162
<b>Tabla 71.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN5 .....	163
<b>Tabla 72.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN6 .....	164
<b>Tabla 73.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN7 .....	165

<b>Tabla 74.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN8.....	166
<b>Tabla 75.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN9.....	167
<b>Tabla 76.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN10.....	168
<b>Tabla 77.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN11.....	169
<b>Tabla 78.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN12.....	170
<b>Tabla 79.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN13.....	171
<b>Tabla 80.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN14.....	172
<b>Tabla 81.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN15.....	173
<b>Tabla 82.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN16.....	173
<b>Tabla 83.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN17.....	174

<b>Tabla 84.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN18.....	174
<b>Tabla 85.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN19.....	175
<b>Tabla 86.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN20.....	176
<b>Tabla 87.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN21.....	177
<b>Tabla 88.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN22.....	178
<b>Tabla 89.</b> Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN23.....	178
<b>Tabla 90.</b> Resultados de la captura de CO <sub>2</sub> para el tillandsial del distrito Alto de la Alianza .....	179
<b>Tabla 91.</b> Resultados de la captura de CO <sub>2</sub> para el tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	183

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Delimitación del área de estudio .....	6
<b>Figura 2.</b> Ciclo del carbono .....	21
<b>Figura 3.</b> Metabolismo ácido de las crasuláceas.....	25
<b>Figura 4.</b> Esquema general de una <i>Tillandsia</i> .....	27
<b>Figura 5.</b> Analizador portátil de CO <sub>2</sub> EGM-5 PP Systems.....	30
<b>Figura 6.</b> Cámara clara CPY-5.....	31
<b>Figura 7.</b> Polígono del tillandsial distrito Ciudad Nueva .....	39
<b>Figura 8.</b> Creación de cuadrantes de área 10 m x 10 m .....	39
<b>Figura 9.</b> Cuadrantes de área 10 m x 10 m.....	40
<b>Figura 10.</b> Selección de cuadrantes del área de evaluación .....	41
<b>Figura 11.</b> Elección de puntos de muestreo al azar .....	42
<b>Figura 12.</b> Resultado final en el software Google Earth para el tillandsial del distrito Ciudad Nueva.....	43
<b>Figura 13.</b> Resultado final en el software Google Earth para el tillandsial del distrito Alto de la Alianza .....	47
<b>Figura 14.</b> Área del cuadrante a evaluar .....	49
<b>Figura 15.</b> Descarga de datos en el software Excel .....	57

<b>Figura 16.</b> Clasificación de columnas en archivos de valores separados por coma, tiempo y concentración de CO <sub>2</sub> .....	57
<b>Figura 17.</b> Promedio por punto de muestreo para las variables presión, PAR y temperatura .....	58
<b>Figura 18.</b> Uso de códigos para estimar la captura de CO <sub>2</sub> .....	58
<b>Figura 19.</b> Cobertura de tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva .....	66
<b>Figura 20.</b> Área de tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva .....	68
<b>Figura 21.</b> Captura de CO <sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por hora .....	75
<b>Figura 22.</b> Captura de CO <sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por día.....	76
<b>Figura 23.</b> Captura de CO <sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por mes.....	77
<b>Figura 24.</b> Captura de CO <sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por año.....	78
<b>Figura 25.</b> Datos del encuestado: Género del distrito Alto de la Alianza..	82
<b>Figura 26.</b> Datos del encuestado: Edad del distrito Alto de la Alianza ....	83

<b>Figura 27.</b> Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Alto de la Alianza .....	84
<b>Figura 28.</b> Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Alto de la Alianza .....	85
<b>Figura 29.</b> Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Alto de la Alianza.....	86
<b>Figura 30.</b> Datos del encuestado: Estado civil para el distrito Alto de la Alianza .....	87
<b>Figura 31.</b> Datos del encuestado: Ingreso mensual para el distrito Alto de la Alianza .....	88
<b>Figura 32.</b> Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial para el distrito Alto de la Alianza.....	89
<b>Figura 33.</b> Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial para el distrito Alto de la Alianza .....	90
<b>Figura 34.</b> Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación para el distrito Alto de la Alianza.....	91
<b>Figura 35.</b> Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial para el distrito Alto de la Alianza .....	93

<b>Figura 36.</b> Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza.....	94
<b>Figura 37.</b> Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza .....	95
<b>Figura 38.</b> Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar para el distrito Alto de la Alianza.....	96
<b>Figura 39.</b> Datos del encuestado: Género del distrito Ciudad Nueva.....	97
<b>Figura 40.</b> Datos del encuestado: Edad del distrito Ciudad Nueva .....	98
<b>Figura 41.</b> Datos del encuestado: Ingreso mensual del distrito Ciudad Nueva .....	99
<b>Figura 42.</b> Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Ciudad Nueva .....	100
<b>Figura 43.</b> Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Ciudad Nueva.....	101
<b>Figura 44.</b> Datos del encuestado: Estado civil del distrito Ciudad Nueva .....	102
<b>Figura 45.</b> Situación ambiental: Ingreso mensual del distrito Ciudad Nueva .....	103

<b>Figura 46.</b> Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva.....	104
<b>Figura 47.</b> Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	105
<b>Figura 48.</b> Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación del distrito Ciudad Nueva.....	106
<b>Figura 49.</b> Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva .....	107
<b>Figura 50.</b> Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva.....	109
<b>Figura 51.</b> Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva...	110
<b>Figura 52.</b> Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar del distrito Ciudad Nueva.....	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Matriz de consistencia.....	139
<b>Anexo 2.</b> Resultados de la cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza .....	140
<b>Anexo 3.</b> Resultados de la cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva .....	159
<b>Anexo 4.</b> Resultados de la captura de CO <sub>2</sub> para el distrito Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.....	179
<b>Anexo 5.</b> Modelo de encuesta.....	188
<b>Anexo 6.</b> Informe de expertos N°1 del instrumento de investigación ....	192
<b>Anexo 7.</b> Informe de expertos N°2 del instrumento de investigación ....	193
<b>Anexo 8.</b> Informe de expertos N°3 del instrumento de investigación ....	194
<b>Anexo 9.</b> Panel fotográfico .....	195

## RESUMEN

La investigación estimó la captura de dióxido de carbono y valoró económicamente el servicio ambiental en los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva. Utilizando cuarenta y seis cuadrantes de 10x10 m<sup>2</sup>, se midió la cobertura vegetal. En Alto de la Alianza, la cobertura total fue de 17,56 %, con 12,37 % correspondiente a la captura de CO<sub>2</sub>, mientras que en Ciudad Nueva la cobertura total fue de 53,65 %, con 19,91 % destinada a la captura de CO<sub>2</sub>. Las mediciones realizadas con el equipo IRGA EGM-5 indicaron que Ciudad Nueva capturó 750,13 t CO<sub>2</sub>/año, mientras que Alto de la Alianza capturó 250,75 t CO<sub>2</sub>/año. La valoración económica mediante el método de precios de mercado mostró un valor anual de \$ 1 797,88 para Alto de la Alianza y \$ 5 378,43 para Ciudad Nueva. En el sistema europeo de negociación de CO<sub>2</sub>, la valoración fue de € 16 128,24 para Alto de la Alianza y € 48 248,36 para Ciudad Nueva. En la valoración contingente, el 60,32 % de los encuestados en Alto de la Alianza no estaban dispuestos a pagar por la captura de CO<sub>2</sub>, mientras que el 32,71 % pagaría un sol mensual. En Ciudad Nueva, el 65,07 % no mostró disposición a pagar, pero un 27,20 % aceptaría pagar un sol mensual.

**Palabras clave:** Disposición a pagar, precios de mercado, tillandsial, valoración contingente.

## ABSTRACT

The research estimated carbon dioxide sequestration and economically valued the environmental service in the districts of Alto de la Alianza and Ciudad Nueva. Using forty six 10x10 m<sup>2</sup> quadrats, vegetation cover was measured. In Alto de la Alianza, the total cover was 17,56 %, with 12,37 % corresponding to CO<sub>2</sub> capture, while in Ciudad Nueva the total cover was 53,65 %, with 19,91 % destined to CO<sub>2</sub> capture. Measurements made with the IRGA EGM-5 equipment indicated that Ciudad Nueva captured 750,13 t CO<sub>2</sub>/year, while Alto de la Alianza captured 250,75 t CO<sub>2</sub>/year. The economic valuation using the market price method showed an annual value of \$ 1 797,88 for Alto de la Alianza and \$ 5 378,43 for Ciudad Nueva. In the European CO<sub>2</sub> trading system, the valuation was € 16 128,24 for Alto de la Alianza and € 48 248,36 for Ciudad Nueva. In the contingent valuation, 60,32 % of respondents in Alto de la Alianza were not willing to pay for CO<sub>2</sub> capture, while 32,71 % would pay one sol per month. In Ciudad Nueva, 65,07 % were not willing to pay, but 27,20 % would agree to pay one sol per month.

**Key words:** Willingness to pay, market prices, tillandsial, contingent valuation.

## INTRODUCCIÓN

Los tillandsiales son ecosistemas estables durante todo el año, depende de la niebla costera para sobrevivir (Pinto et al., 2006), se encuentra en la ciudad de Tacna y presenta las comunidades vegetales más extensas a nivel nacional, además de proveer servicios ambientales a la población principalmente la captura de dióxido de carbono.

Los servicios ecosistémicos son procesos ecológicos que contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano (Arévalo y Aponte, 2020). Conocer los servicios que brinda un ecosistema permite que exista una mejor interpretación de sus beneficios, principalmente el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono.

Por lo tanto, se necesita en la presente investigación estimar del servicio ambiental de captura de dióxido de carbono mediante la metodología del equipo IRGA EGM-5, siendo innovador en la investigación para este ecosistema y su respectiva valoración.

En el Capítulo I se realiza el planteamiento del problema de investigación, se plantea el problema principal y los problemas secundarios, la delimitación de la investigación, justificación y limitaciones.

En el Capítulo II comprende el objetivo general, objetivos específicos, hipótesis general e hipótesis específicas, las variables y la operacionalización de variables.

En el Capítulo III comprende el marco teórico y conceptual., antecedentes internacionales, nacionales y locales.

En el Capítulo IV comprende la metodología de la investigación.

En el Capítulo V comprende el tratamiento de los resultados a través de los resultados sobre la cobertura del tillandsial ubicado en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, la estimación de la captura de dióxido de carbono y la valoración económica mediante la aplicación de los métodos de valoración de precios de mercado y método de valoración contingente y la discusión de los resultados.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

El cambio climático se define como el cambio de clima atribuido de manera directa o indirectamente por actividades humana, altera la composición de la atmósfera y que se encuentra en la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992). Sin embargo Miller (2007) sostuvo que el cambio climático global se refiere a las modificaciones en cualquier aspecto del clima del planeta, como la temperatura, precipitación e intensidad.

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite que nuestro planeta sea habitable, ya que, sin él, la temperatura superficial media de la tierra sería de  $-18^{\circ}\text{C}$  y no la que tenemos realmente  $15^{\circ}\text{C}$  (D'Antoni, 2012).

El  $\text{CO}_2$  se considera el contribuyente más importante al calentamiento global una vez que se libera a la atmósfera, ya que representa el 64 % del aumento del efecto invernadero (Kumar y Saxena, 2014).

Los ecosistemas terrestres y el mar son los principales sumideros de gases de efecto invernadero de la biósfera y absorben principalmente CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Estos compartimentos presentan intercambios dinámicos de carbono con la atmósfera, intercambios en los que la actividad humana tiene gran influencia. Los ecosistemas terrestres, tanto naturales como antropizados, son los principales contribuidores a la reducción del contenido de CO<sub>2</sub> de la atmósfera (Vásquez, 2015).

Los sistemas vegetales tienen la capacidad de capturar el carbono atmosférico y convertirlo en moléculas orgánicas mediante la fotosíntesis, por lo que pueden convertirse en un importante sumidero de carbono en los ecosistemas terrestres (Sedjo, 1990).

Perú es uno de los siete países de mayor diversidad en la Tierra, conocido como un país megadiverso, el ecosistema tillandsial se encuentra ubicado en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna (Pauca et al., 2020).

En la ciudad de Tacna se encuentra la mayor extensión del ecosistema tillandsial a nivel nacional, éste presenta diversos servicios ecosistémicos, entre ellos la captura de CO<sub>2</sub>, por lo que es necesario estimar la eficiencia de la captura de CO<sub>2</sub> en las especies del género *Tillandsia*.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿Cuál será la estimación de la captura de dióxido de carbono y valoración económica para la conservación del ecosistema tillandsial en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál será la cobertura por los tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5?
- ¿Qué distrito tendrá mayor captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna?
- ¿Qué métodos de valoración económica permitirá valorar el servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva?

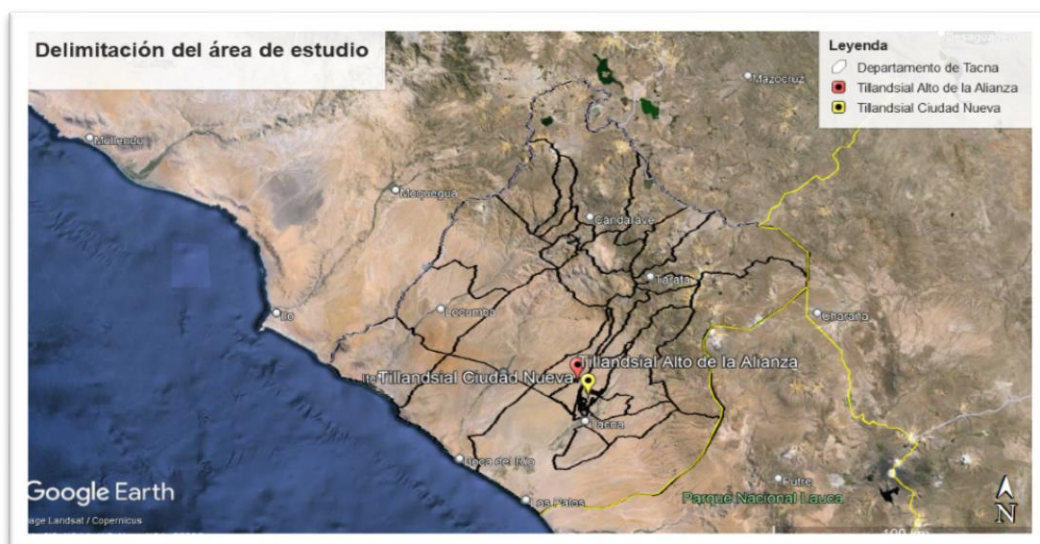
## **1.3 Delimitación de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en los tillandsiales ubicados en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, perteneciente

a la provincia de Tacna. Se encuentra localizado en el extremo sur del Perú, limita al norte con el departamento de Moquegua, en el este limita con el departamento de Puno, al oeste limita con el Océano Pacífico y al sur limita con el país Chile, como se observa en la Figura 1.

**Figura 1**

*Delimitación del área de estudio*



## 1.4 Justificación en importancia de la investigación

### 1.4.1 Justificación social

Mediante la mejoría de la calidad de vida de la población aledaña a los tillandsiales mediante la conservación del ecosistema tillandsial específicamente para los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.

#### **1.4.2 Justificación económica**

Según el enfoque económico los pobladores de la provincia de Tacna contribuye a mejorar el medio ambiente mediante la fomentación de la conservación y recuperación de los tillandsiales, La valoración económica permite establecer un mercado hipotético (Amorós, 2004), creando este mercado a partir de una encuesta, simulando un mercado real, de esta forma cada persona encuestada expresa un valor económico por el servicio basada en el bienestar que le brinda el servicio ecosistémico, de esta forma se conoce su disposición a pagar (DAP) y por el precio del mercado mediante el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono por el tillandsial.

#### **1.4.3 Justificación técnica**

Permite establecer al tillandsial como un ecosistema que capture CO<sub>2</sub> y que sea considerado un ecosistema mitigante en el cambio climático utilizando una tecnología actual mediante el equipo IRGA EGM-5.

#### **1.4.4 Justificación ambiental**

La degradación del ecosistema de tillandsial por actividades extractivas, prácticas de quema, contaminación por residuos sólidos y el cambio climático afectan directamente la conservación de la diversidad

biológica, reducen la capacidad de almacenamiento de carbono para mitigar los gases de efecto invernadero, por ese motivo se determinará encontrar soluciones para poder conservar la biodiversidad existente en este ecosistema y darle importancia.

### **1.5 Limitaciones**

Las limitaciones para llevar a cabo esta investigación fue la falta de información de trabajos de investigación correspondientes a la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1 Objetivos**

##### **2.1.1 Objetivo general**

Estimar la captura de dióxido de carbono y valoración económica para la conservación del ecosistema tillandsial en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.

##### **2.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar la cobertura en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.
- Comparar la estimación de captura de dióxido de carbono de los tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.
- Aplicar dos métodos de valoración económica del servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.

## **2.2 Hipótesis**

### **2.2.1 Hipótesis general**

La estimación de la captura de dióxido de carbono y valoración económica contribuye en la conservación del ecosistema tillandsial de los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.

### **2.2.2 Hipótesis específicas**

- La cobertura en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna permite estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.
- Los tillandsiales ubicado en el distrito Ciudad Nueva tiene mayor captura de dióxido de carbono que el distrito de Alto de la Alianza de la provincia de Tacna.
- La aplicación de los dos métodos de valoración económica permite valorar el servicio ambiental de la captura de dióxido en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.

## 2.3 Variables

### Variable Independiente:

Tillandsial

### Variable Dependiente:

Captura de CO<sub>2</sub>

Valoración económica

## 2.4 Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable Independiente:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura del tillandsial en el distrito Alto de la Alianza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>%</li> </ul>
X1 = Tillandsial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura del tillandsial en el distrito Ciudad Nueva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>%</li> </ul>
<b>Variables dependientes:</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>t CO<sub>2</sub>/h</li> </ul>
Y1= Captura de CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial de captura de dióxido de carbono en los tillandsiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración de CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>t CO<sub>2</sub>/día</li> <li>t CO<sub>2</sub>/mes</li> <li>t CO<sub>2</sub>/año</li> </ul>

---

Y2= Valoración económica	• Método de valoración de precios de mercado	• Variables ambientales	
	• Método de valoración contingente	• Precio de toneladas de carbono equivalente	• °C • mbar
		• Disposición a pagar	• \$ y € • Encuesta

---

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 3.1 Antecedentes bibliográficos

##### 3.1.1 Nivel internacional

Pinto et al. (2006), en su investigación “Distribución geográfica de *Tillandsia* Lomas en el desierto de Atacama, norte de Chile” tuvieron como objetivo del estudio evaluar la distribución geográfica de *tillandsia* Lomas desde Arica hasta el río Loa, para lo cual emplearon un estudio de campo aéreo, análisis de 30 mapas de estudio de campo de la región, análisis de herbarios elaborados en la Universidad de Concepción Desierto de Atacama, se obtuvo como resultado se registraron más de 30 rodales de *Tillandsia* principalmente de la especie *Tillandsia landbeckii* seguido de *Tillandsia marconae* y *Tillandsia virescens*, lo cual les permitió llegar a la conclusión que se proporcionan evidencia sobre la amplia distribución de *Tillandsia* lomas en el norte de Chile.

Gayoso (2012), en la investigación “Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile”, definió la distribución de la biomasa como contenido de carbono en el ecosistema, mediante el método destructivo, en cada unidad de muestreo se conformaron por dos parcelas de 500 m<sup>2</sup>, el proceso de medición fue pesar

la biomasa de ramas y hojas, los contenidos de carbono se determinaron en laboratorio mediante oxidación, empleando una solución de dicromato de potasio en ácido sulfúrico, la biomasa aérea total se estimó por Mínimos cuadrados ordinarios (MCO) a partir de los datos de peso seco de la biomasa aérea con DAP y diámetro de tocón, altura total y comienzo de copa, los valores totales fue de 665,97 megagramos de carbono por hectárea, para el bosque de Llanura incluyendo el suelo de 606,80 megagramos de carbono por hectárea. Sin embargo, el promedio ponderado del contenido de carbono con respecto a la biomasa fue inferior al 50 %.

Carvente et al. (2017), en la investigación “Diversidad y abundancia de bromelias epífitas en El Punto Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca”, en cada zona se seleccionó 30 árboles de los cuales 87 fueron de encino (*Quercus* sp.), 32 de pino (*Pinus* sp.) y un árbol de *Bursera* sp. La mayor diversidad y abundancia de bromelias se observó en especies del género *Tillandsia* (11 especies), con especificidad de localización de al menos dos especies por zona. El forofito que presentó mayor diversidad y abundancia de bromelias fue el encino.

Torres (2018), en su investigación “Diversidad y distribución geográfica del género *Tillandsia* en el Centro del Estado de Veracruz, México”, colectó 17 ejemplares entre las especies *Tillandsia concolor*, *T.*

*polystachia*, *T. ionantha*, *T. juncea*, *T. belloensis*, *T. paucifolia*, *T. streptophylla* y *T. balbisiana*, cuya metodología fue la colecta y muestreo sistemático, mediante la georreferenciación de poblaciones e individuos encontrados, las zonas de colecta estuvieron establecidas dentro de las regiones en las que se registraron mayor presencia de individuos del género, se aumentó el registro de diversidad a un 30 %.

### **3.1.2 Nivel nacional**

Cabrera (2016), en su investigación “Almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en biomasa aérea y necromasa presente en tillandsiales de la Quebrada Inocente Zona Reservada Lomas de Ancón”, indicó que se tuvo almacenado un total de 1 880,8 t de CO<sub>2</sub> (8,39 t/ha), en donde la parte de la necromasa constituyó el sumidero principal con un almacenamiento de 89,23 %, por otro lado, la biomasa aérea almacenó el 10,77 %. Así mismo, demostró que, dentro de la biomasa aérea, el promedio de CO<sub>2</sub> (kg/ha) almacenado por la especie *Tillandsia latifolia*, fue superior al promedio registrado por la especie *Tillandsia purpurea* y *Tillandsia paleacea*.

Hinojosa (2019), en su investigación “Composición, distribución y estado de conservación de los tillandsiales de la provincia de Chincha del departamento de Ica enero 2017 – enero 2018” tuvo como objetivo describir 7 taxas correspondientes al género *Tillandsia*. Determinando 5 especies

*Tillandsia latifolia*, *Tillandsia marconae*, *Tillandsia paleacea*, *Tillandsia purpurea*, *Tillandsia aff. landbeckii* en el departamento de Ica, los factores que afectaron a la densidad y cobertura se determinaron que no se encuentran afectadas si el terreno es de ladera o quebrada, los rangos de altura tampoco a la densidad y cobertura. Los disturbios determinados para los tillandsiales se han agrupado en botadero municipal, explotación de canteras, actividades de crianza y producción de aves, obras civiles y presencia de población.

Arévalo y Aponte (2020), en la investigación “Almacenamiento de carbono y agua en *Tillandsia latifolia* Meyen en un sector del tillandsial de Piedra Campana (Lima / Perú)”, pesaron la biomasa aérea y recolectaron muestras de suelo, midieron el porcentaje de agua y carbono almacenado en la biomasa, y el carbono en las muestras de suelo. Todos los datos obtenidos fueron procesados utilizando la técnica de interpolación kriging. El carbono total ascendió a 94,1 t y 3,63 t C/ha, hallándose más carbono almacenado en la parte del suelo 76,50 t que en la parte aérea 17,60 t. La cantidad de carbono que almacenó este tillandsial estuvo por debajo de varios ecosistemas que se utilizan para la compensación de emisiones de CO<sub>2</sub>, como humedales o formaciones vegetales amazónicas. Por otro lado, la cantidad de agua almacenada ascendió a más de 164 000 litros, valor que resulta importante como reserva de agua en esta región desértica.

Hilario (2023), en su investigación “Almacenamiento de carbono y tasa de eficiencia neta de ecosistemas en turberas, dentro de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas 2020”, cuya área de estudio fue en cuatro turberas, dos de tipo natural (Huachipampa y Huascaj) y dos de tipo irrigada o artificial (Chuspicocha y Tambo Real), usando el equipo IRGA EGM-5 (Analizador de Gases Infrarrojos), el estudio determinó que las turberas naturales poseen mayor almacenamiento que las turberas irrigadas, Huachipampa presentó 15 782,6 t, Huascaj 23 219,1 t, Chuspicocha 6 037,3 t y Tambo Real 5 173,5 t. La tasa de eficiencia neta del ecosistema fue mayor dentro de las turberas irrigadas respecto de las turberas naturales, sin embargo, la diferencia no es significativa y ambas turberas podrían sufrir cambios por el cambio climático.

Alencastre y Zafra (2020), con la investigación “Evaluación económica del servicio ambiental de captura de carbono de tres especies de flora del Humedal de la Laguna, Distrito de Mejía – Islay ,2019”, los valores captura de carbono en las tres especies de flora en estudio fueron: “totora” con 111,08 t CO<sub>2</sub>/ha, “lechuga de agua” con 108,94 t CO<sub>2</sub>/ha y por último “junco” con 75,01 t CO<sub>2</sub>/ha, en función a los modelos de equilibrio que capturaron este costo social fue de 15 dólares por hectárea según el IPCC, por consiguiente en cuanto a la captura de Carbono por hectárea ascendió a \$ 4 425,25, según el total de los encuestados (179), la disposición a pagar

para poder conservar y cuidar el Humedal de la Laguna de Mejía tuvo un valor de 2 a 5 soles.

### **3.1.3 Nivel local**

Lazo (2011), con la investigación “Valoración biológica, física y geográfica de la hierba siempre Viva *Tillandsia werdermannii* para su conservación en la Región Tacna, 2010”, el objetivo del estudio fue establecer la valoración biológica, física y geográfica de *Tillandsia werdermannii* (siempre viva) en el tillandsial del Intiorko. Los principales resultados fueron los siguientes: Referente a la valoración biológica, indicó presencia de *T. werdermannii* con una frecuencia promedio de 93,24 % y una cobertura de 23,7 %. Respecto a la valoración física del tillandsial, indicó daño antrópico por la presencia de residuos sólidos en un 62,65 % de las 83 muestras tomadas en la zona de estudio y un índice de conservación de 37,72 %, lo cual fue deficiente.

Chino (2019), en su investigación “Evaluación del servicio ambiental de captura y almacenamiento de carbono en la comunidad de tillandsial (Bromeliaceae) en las pampas de cerro Intiorko en la provincia de Tacna” dedujo que, la especie con el mayor contenido de carbono orgánico fue *Tillandsia werdermannii* con 43,13 % seguido por *Tillandsia purpurea* con 42,62 % seguido de *Tillandsia landbeckii* con un 38,40 %. *Tillandsia*

*werdermannii*, es la especie que almacena la mayor cantidad de carbono en la biomasa vegetal con 2,55 t C/ha, a diferencia de *Tillandsia landbeckii* que almacenó 0,01 t C/ha.

Flores (2019), con la investigación “Influencia del suelo en la distribución de *Tillandsia werdermannii* y su relación con la presencia de micromamíferos terrestres en la provincia de Tacna en el año 2019”, utilizó la metodología de cuadrantes de 400 m<sup>2</sup> y logró reportar una densidad absoluta de 3,09 ind/m<sup>2</sup> de *T. werdermannii*, con una cobertura vegetal de *T. werdermannii* en 46,67 % raro, 31,67 % disperso, 11,33 % muy raro y únicamente 1,67 % continua y esporádico o casi nulo además utilizando trampas pitfall para captura de micromamíferos terrestres, no se logró capturar micromamíferos terrestres.

Toledo (2020), en su investigación “Captura de carbono en la especie *Tillandsia werdermannii* y *Tillandsia purpurea* “siempre viva” en las Lomas Arrojadero situada entre los Distritos de Inclán y Locumba, Tacna”, dio a conocer que entre las especies analizadas con el mayor contenido de carbono orgánico fue *Tillandsia werdermannii* con un 39,79 % seguido por *Tillandsia purpurea* con un 35,35 %, la especie *Tillandsia werdermannii*, almacenó la mayor cantidad de carbono en la biomasa vegetal con 1,78 t C/ha, *Tillandsia purpurea* fue la especie que almacena la menor cantidad

de carbono con 1,66 t C/ha. La cantidad total de carbono almacenado en la biomasa viva y necromasa del tillandsial en las Lomas de Arrojadero es de 25,15 t C, que simbolizó una captura estimada de 92,30 t CO<sub>2</sub>.

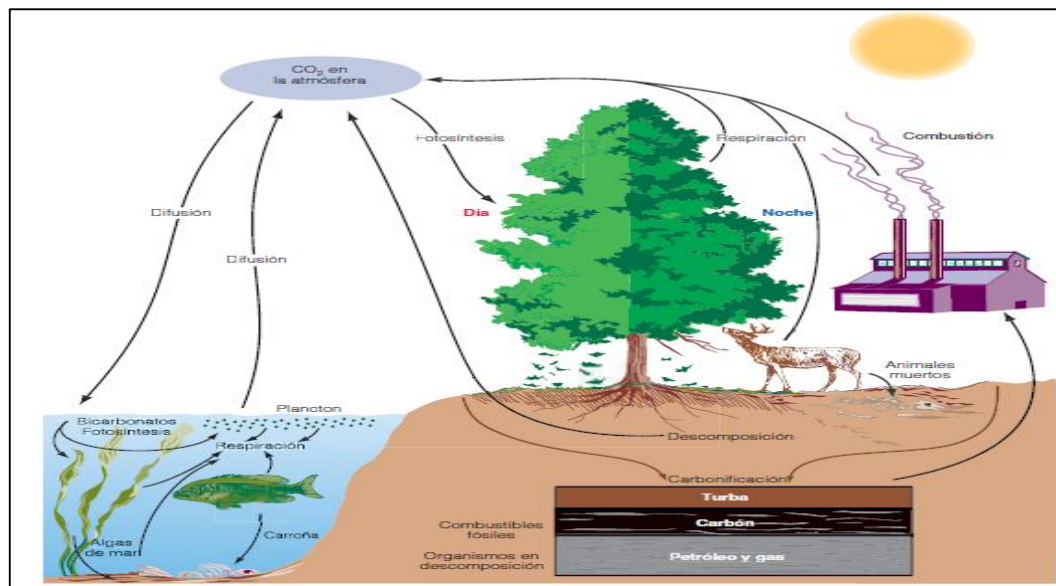
### **3.2 Bases teóricas**

#### a) Ciclo del carbono

El carbono es asimilado por las plantas en forma de dióxido de carbono y es consumido en forma de tejidos animales y vegetales por los heterótrofos, liberado a través de la respiración, mineralizado por los descomponedores, la tasa en la que el carbono circula a través del ecosistema depende de las tasas de producción primaria y de la descomposición, la cantidad de carbono absorbida por las plantas en la fotosíntesis y la liberada por la respiración es la producción primaria neta, en unidades de carbono, ambos procesos son más rápidos en los ecosistemas cálidos y húmedos (Smith y Smith, 2007).

**Figura 2**

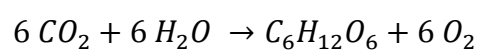
*Ciclo del carbono*



*Nota.* Tomado de Smith y Smith (2007). Ecología (Sexta edición). Pearson Educación.

b) Fijación fotosintética del carbono

La fotosíntesis es un proceso en el que intervienen múltiples reacciones bioquímicas, que en conjunto requieren una elevada cantidad de energía. Por este medio las plantas fijan el dióxido de carbono y utilizan la energía de la luz solar para producir carbohidratos y liberar oxígeno (Bieto et al., 2008). La ecuación se puede expresar como:



La asimilación de carbono se realiza en una de las tres vías fotosintéticas comúnmente llamadas C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM. La fotosíntesis C<sub>4</sub> es una modificación evolucionada del ciclo fotosintético C<sub>3</sub>, considerándose una vía más avanzada. La vía CAM es otra variación del ciclo C<sub>3</sub>. En la fotosíntesis C<sub>3</sub>, la fijación de CO<sub>2</sub> se realiza mediante el ciclo de Calvin en las células del mesófilo, siendo esta la vía predominante en la mayoría de las plantas, por otro lado, la fotosíntesis C<sub>4</sub> requiere la coordinación entre dos tipos de células fotosintéticas: Las células del mesófilo y las células de la vaina vascular. Las plantas C<sub>4</sub> suelen ser nativas de regiones tropicales y climas cálidos con alta intensidad lumínica y temperaturas elevadas. Las plantas CAM, por su parte, son comunes en ambientes áridos (Lara et al., 2010).

#### c) Metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM)

En las plantas CAM, las adaptaciones evolutivas permiten la fijación de CO<sub>2</sub> en dos fases temporales distintas, a diferencia de la separación física que ocurre en las plantas C<sub>4</sub>. Por la noche, las estomas se abren permitiendo la entrada de CO<sub>2</sub>, que es fijado como HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> por la enzima anhidrasa carbónica (AC) y luego incorporado en ácidos C<sub>4</sub> por la PEP carboxilasa (PEPc). Estos ácidos se acumulan en las vacuolas a través de una bomba de membrana dependiente de ATP. Durante el día, las estomas se cierran y los ácidos C<sub>4</sub> se trasladan al citoplasma, donde son descarboxilados pasivamente. El CO<sub>2</sub> liberado, que alcanza

concentraciones internas muy altas, es fijado por la enzima Rubisco en los cloroplastos para su incorporación en el ciclo de Calvin – Benson. Aproximadamente la mitad de las plantas CAM son epífitas de regiones tropicales o subtropicales. En estos ambientes, es común la escasez periódica de agua debido a la falta de acceso de recursos hídricos. Las plantas CAM pueden mantener una baja tasa de crecimiento sin comprometer su supervivencia bajo condiciones de sequía severa (Benavides, 2003).

El ciclo CAM consta de 4 fases a continuación:

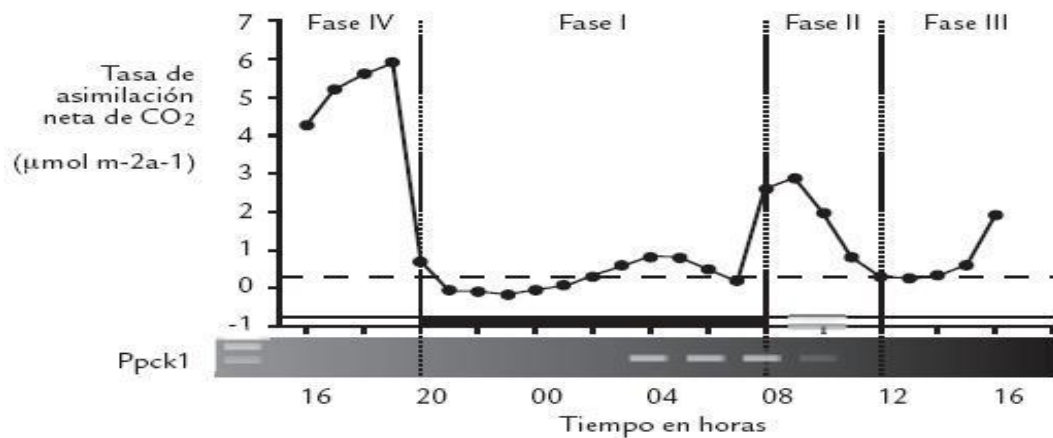
- Fase I (Noche):
  - ✓ Descripción: Ocurre durante la noche, aproximadamente desde las 20:00 hasta las 08:00 horas.
  - ✓ Actividad: Durante esta fase, los estomas se abren permitiendo la entrada de CO<sub>2</sub>, el cual es fijado en forma de ácido málico y almacenado en las vacuolas.
  - ✓ Figura: Se observa un aumento en la asimilación de CO<sub>2</sub> durante las primeras horas de la noche, manteniéndose positiva. La tasa de asimilación neta de CO<sub>2</sub> es alta durante esta fase.

- Fase II (Amanecer):
  - ✓ Descripción: Esta fase transicional ocurre desde aproximadamente las 08:00 hasta las 12:00 horas.
  - ✓ Actividad: Los estomas comienzan a cerrarse, y la asimilación de CO<sub>2</sub> disminuye gradualmente. El CO<sub>2</sub> se fija directamente vía C<sub>3</sub> a carbohidrato.
  - ✓ Figura: La tasa de asimilación neta de CO<sub>2</sub> se reduce y puede alcanzar valores cercanos a cero. En el gráfico, se observa una disminución en la asimilación de CO<sub>2</sub> durante esta fase.
  
- Fase III (Día):
  - ✓ Descripción: Ocurre durante el día, desde aproximadamente las 12:00 hasta las 16:00 horas.
  - ✓ Actividad: Los estomas están cerrados para minimizar la pérdida de agua, y el CO<sub>2</sub> almacenado en forma de ácido málico es liberado y fijado mediante el ciclo de Calvin-Benson.
  - ✓ Figura: La tasa de asimilación neta de CO<sub>2</sub> es baja o negativa, ya que no se toma CO<sub>2</sub> del ambiente externo. El gráfico muestra una asimilación de CO<sub>2</sub> muy baja o negativa durante esta fase.
  
- Fase IV (Atardecer):
  - ✓ Descripción: Esta fase transicional ocurre desde aproximadamente las 16:00 hasta las 20:00 horas.

- ✓ Actividad: Los estomas se abren nuevamente, y la asimilación de CO<sub>2</sub> aumenta rápidamente. El CO<sub>2</sub> se fija directamente vía C<sub>3</sub> a carbohidrato.
- ✓ Figura: En el gráfico, se observa un incremento significativo en la asimilación neta de CO<sub>2</sub>, alcanzando su punto más alto al final del día (Dodd et al., 2002).

**Figura 3**

*Metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM)*



*Nota.* Tomado de Dodd et al. (2002). Crassulacean acid metabolism: Plastic, fantastic, Journal of Experimental Botany, 53 (369).

La gran mayoría de las plantas CAM son suculentas y presentan una marcada adaptación a los estreses abióticos de las zonas áridas y desérticas como son el estrés hídrico y la salinidad. Poseen una limitada capacidad para almacenar el CO<sub>2</sub> y por consiguiente, no sintetizan mucha

materia orgánica, pero ahorran gran cantidad de agua, es por ello que son plantas de crecimiento lento (Zegarra, 2006).

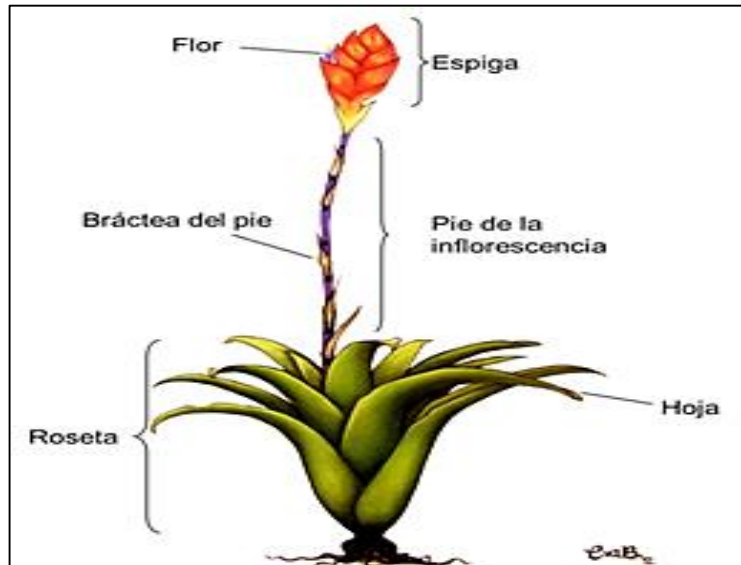
d) *Tillandsia*

Tiene una adaptación a zonas desérticas de toda la Costa de Perú y Chile, sometida a la topografía, vientos, son conocidas por su ausencia de raíces, alimentadas por las neblinas costeras, obtienen el agua como sus nutrientes, caso contrario a otras plantas que lo hacen a través del suelo (Aponte y Flores, 2013).

Las tillandsias poseen una reproducción sexual y asexual, en la reproducción asexual las plantas se multiplican por medio de formas vegetativas, creando hojas que caen al suelo que echan raíces y crecen para formar otra planta con la misma carga genética. En la reproducción sexual, se presenta la polinización (Snyder y Richards, 2005).

## Figura 4

### *Esquema general de una Tillandsia*



*Nota.* Tomado de Instituto de Ecología (2016). Manejo de bromelias.

#### e) Ecosistema tillandsial

Son comunidades vegetales constituidas por una especie del género *Tillandsia* de porte pequeño, que habitan sobre los desiertos de la costa. Tienen una buena resistencia a la sequía sin marchitarse, sobreviven a expensas de su follaje cuya morfología favorece la captación, a través de su superficie, de la escasa humedad atmosférica nocturna y las partículas (Aponte y Flores, 2013).

f) Especies de *Tillandsia*:

- *Tillandsia werdermannii*

Es una planta grisácea con raíces ausentes, tallo rastrero con muchas ramificaciones. Sus hojas miden entre 15 a 20 cm de longitud, miden de 10 a 15 mm ancho, el tamaño es variable. Las vainas son apenas visibles y generalmente miden menos de 3 cm de longitud, mientras su inflorescencia es simple y de color amarillo, los pétalos son libres, lanceoladas, agudos, lisos, amarillos. Su floración en el mes de octubre (Türkowsky, 1976) *Tillandsia werdermannii* es una especie endémica de la costa desértica y patrimonio natural de Tacna (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2006).

- *Tillandsia purpurea*

Es una planta peculiar que no posee raíces, porque obtiene agua y los nutrientes por medio de los tricomas foliares (Chávez et al., 2017). Presenta una inflorescencia lilapúrpura, donde brotan las flores de color blanca con la punta de color lila, que permiten la reproducción sexual y también posee reproducción asexual, la *Tillandsia purpurea* es una hierba epífita de hasta 50 cm de altura, tallo semi erecto que termina en flores, hojas delgadas que crecen apiñadas desde la base.

- *Tillandsia landbeckii*

Planta de 30 cm incluido el escapo floral. Tallos delgados agrupados en cojines densos, generalmente con muchas ramificaciones. Hojas lineares cubiertas de escamas. Inflorescencia con 1 a 3 flores de gran variedad de colores: marfil, amarillo, naranja, púrpura y café. Fruto una cápsula cilíndrica de 2 cm de largo. Semillas con apéndices plumosos. Crece epífita y sobre arena, raro sobre roca, entre los 300 y los 1 500 msnm. También en Perú (Contreras et al., 2022).

g) IRGA EGM – 5

El analizador portátil de CO<sub>2</sub> EGM-5 PP System, es un instrumento extremadamente versátil que se puede usar con una gama de sensores y cámaras opcionales que aumentan la capacidad de medición de CO<sub>2</sub>. También cuenta con una bomba de muestreo de aire en miniatura de larga duración que se puede usar para mediciones tanto dinámicas como estáticas. Los datos se pueden registrar de forma manual o automática a intervalos seleccionados por el usuario. Los sensores ambientales y cámaras que pueden integrarse al sistema son: Sensor de H<sub>2</sub>O, Sensor de O<sub>2</sub>, Sensor Cuántico, Sonda combinada de Temperatura y PAR, Sensor de Humedad de Suelo, Cámara de Respiración de Suelos y Cámara de Asimilación de Canopy.

## Figura 5

### *Analizador portátil de CO<sub>2</sub> EGM – 5 PP Systems*



*Nota.* Tomado de PP SYSTEMS (2021). EGM-5, Portable CO<sub>2</sub> Gas Analyzer, operation Manual Version 1.10. PP Systems

- Cámara de asimilación del dosel CPY-5

Mide el flujo neto de CO<sub>2</sub> del dosel en un sistema cerrado. Es transparente y está construida de policarbonato resistente con un anillo de aluminio, que proporciona un buen sellado en la superficie del suelo o en los cuellos. También incluye sensores para medir la temperatura del aire y la PAR dentro de la cámara. Se necesitan dos conexiones de gas, una al puerto GAS IN y la otra al puerto GAS OUT del EGM-5.

- ✓ Dimensiones: 145 mm (Altura) x 146 mm (Diámetro)
- ✓ Superficie: 167 cm<sup>2</sup>
- ✓ Longitud del cable: 1,5 metros

El método se basó en que el gas CO<sub>2</sub> absorbe radiación en el rango de infrarrojo, la absorción estará entre 4,26  $\mu\text{m}$ . La muestra de gas que se

medió pasó a través de un tubo o celda, una fuente infrarroja fue dirigida hacia la celda, un detector colocado al final de la celda se midió la amplitud de la señal infrarroja, la cual se reduce si hay CO<sub>2</sub> presente en la muestra de gas y tendrá su máxima amplitud en “zero”. Entonces, el sensor lee el decrecimiento de la señal utilizando un filtro que permite el paso en la banda. Los gases de referencia (que ingresa a la cámara) y de análisis (que sale de la cámara) son alternados con un gas “zero”. Durante el ciclo de medición el gas “zero” fue generado pasando el aire a través de cal sodada la cual remueve todo el CO<sub>2</sub> (PP SYSTEMS, 2021).

## Figura 6

*Cámara clara CPY-5*



*Nota.* Tomado de PP SYSTEMS (2021). EGM-5, Portable CO<sub>2</sub> Gas Analyzer, operation Manual Version 1.10. PP Systems

#### h) Aplicación del EGM-5

- Monitoreo del aire
- Fisiología de las plantas
- Flujo de CO<sub>2</sub> del suelo
- Estudios de cambio global.
- Captura de CO<sub>2</sub>.
- Vulcanología

#### i) Servicios ecosistémicos

Se refiere a los beneficios que presenta un ecosistema, bajo esta designación se integran los beneficios tangibles e intangibles que se producen en la naturaleza para provecho del ser humano y que de acuerdo a ciertos criterios pueden ser valorados económicamente a fin de equiparlo como una manera de actividad económica que implican cambios de uso de suelo y de esta manera contar con argumentos adicionales para su conservación y manejo (Camacho Valdez y Ruiz Luna, 2012).

#### j) Métodos de valoración económica

Las metodologías de valoración económica que se aplicaron fueron la valoración por precios de mercado y de valoración contingente determinar el valor económico de un servicio ecosistémico. La elección del método de valoración depende de la información disponible, el valor de uso o de no uso, el servicio ecosistémico y los recursos financieros, entre otros (Ministerio del Ambiente, 2016).

**Tabla 2**

*Métodos de valoración económica*

<b>Métodos</b>	<b>Valoración</b>
Métodos basados en valores de mercado	- Precios de mercado
Métodos basados en preferencias declaradas	- Valoración contingente - Experimentos de elección
Métodos basados en preferencias reveladas	- Cambios en la productividad - Costo de viaje - Precios hedónicos - Costos evitados
Otros enfoques de valoración económica	- Transferencia de beneficios

Fuente: Guía de valoración económica del patrimonio natural, Ministerio del Ambiente, 2016.

k) Método de valoración de precios de mercado

Es el método más sencillo para asignar valor a muchos bienes o servicios provistos por los ecosistemas, para ello se utiliza un mercado nacional o internacional ya existente (Ministerio del Ambiente, 2016).

l) Método de valoración contingente

La valoración contingente propone establecer un mercado hipotético (Amorós, 2004), creando este mercado a partir de un cuestionario, simulando un mercado real, de esta forma cada persona encuestada a partir de su conocimiento, nivel de conciencia ambiental y condiciones económicas expresa un valor económico por el servicio basada en el

bienestar que le brinda el servicio ecosistémico (Santoyo et al., 2013) de esta forma se conoce su disposición a pagar (DAP) en valores cuantificables.

### **3.3 Definición de conceptos básicos**

#### a) Especie

Se considera una especie fundamental para la taxonomía como categoría, grupo natural y unidad básica de la evolución, los cuales comparten, por norma general, una serie de características morfológicas y anatómicas, un estilo de vida, y, bajo alguna manera de reproducción, pueden dar lugar a una descendencia viable y fértil similar a los progenitores (Bousquets y Aguirre, 2000).

#### b) Ecosistema

Es cualquier unidad que incluya todos los organismos en un área dada interactuando con el ambiente físico, de forma que el flujo de energía lleva a definir estructuras tróficas, diversidad biótica y ciclos de materiales (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2018).

c) Cambio climático

Se define como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992)

d) Dióxido de carbono

Se libera como un compuesto residual en la combustión de la materia orgánica, este gas ha sido tomado como criterio primordial a nivel mundial, es un gas de efecto invernadero, la constante presencia en la atmósfera evita que el calor ingrese directamente a la tierra (Ruiz, 2015).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Tipo y diseño de la investigación**

El tipo de investigación es básica ya que se busca ampliar nuevos conocimientos, este tipo de investigación no está encaminado a resolver problemas inmediatos, sino a la disciplina por el conocimiento y la comprensión en sí (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Es un diseño no experimental, está referido a los estudios sin alteración intencionada de las variables y en los que solo se observan los fenómenos en su contexto natural para después ser analizados, es de tipo descriptivo transversal, porque busca recolectar datos sobre una determinada variable en un momento determinado durante una cantidad de tiempo limitado (Hernández-Sampieri et al., 2014).

#### **4.2 Población y muestra de estudio**

- Estimación de la captura de CO<sub>2</sub>

Distrito Ciudad Nueva y Alto de la Alianza

- Población:

La población de estudio estuvo constituida por el tillandsial ubicado en el distrito de Ciudad Nueva con un área total de 3 542,79 ha.

- Muestra de estudio:

El tamaño de la muestra se estableció en función al error de muestreo requerido en el estudio. Para el cálculo se utilizó un error de muestreo del 15 % sobre el valor promedio, con un nivel de confianza al 95 %.

Este cálculo se basó en la siguiente ecuación según (Carrera et al., 2002).

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 * (CV\%)^2}{(E\%)^2 + \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 * (CV\%)^2}{N}}$$

Donde:

$n$ = Número de unidades de muestreo o parcelas

$t_{\alpha/2,gl}$ = 2 (al 95 % de probabilidad)

$CV\%$ = Coeficiente de variabilidad 35 %

$E\%$ = Error de muestreo igual a 15 %

$N$ = El tamaño de la población (número total de parcelas)

Se realizó el primer cálculo y se volvió a calcular nuevamente, pero esta vez, se utilizó un valor para  $t_{\alpha/2,gl}$  que aparezca en la tabla de t – Student con los grados de libertad correspondiente a la primera estimación, este proceso se repitió nuevamente hasta que el valor de tamaño de la muestra no cambie.

El tamaño de la muestra se efectuó de la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{Área total}}{\text{Área de la parcela}}$$

Reemplazando:

$$N = \frac{35\,427\,900\text{ m}^2}{100\text{ m}^2} = 354\,279$$

Primer cálculo:

$$n = \frac{(2)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2)^2 * (35)^2}{354\,279}}$$
$$n = 21,776439 \cong 22 \text{ parcelas}$$

Segundo cálculo:

$$t_{\alpha/2,21} = 2,080$$
$$n = \frac{(2,080)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2,080)^2 * (35)^2}{354\,279}}$$
$$n = 23,553278 \cong 24 \text{ parcelas}$$

Tercer cálculo:

$$t_{\alpha/2,23} = 2,069$$
$$n = \frac{(2,069)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2,069)^2 * (35)^2}{354\,279}}$$
$$n = 23,304832 \cong 23 \text{ parcelas}$$

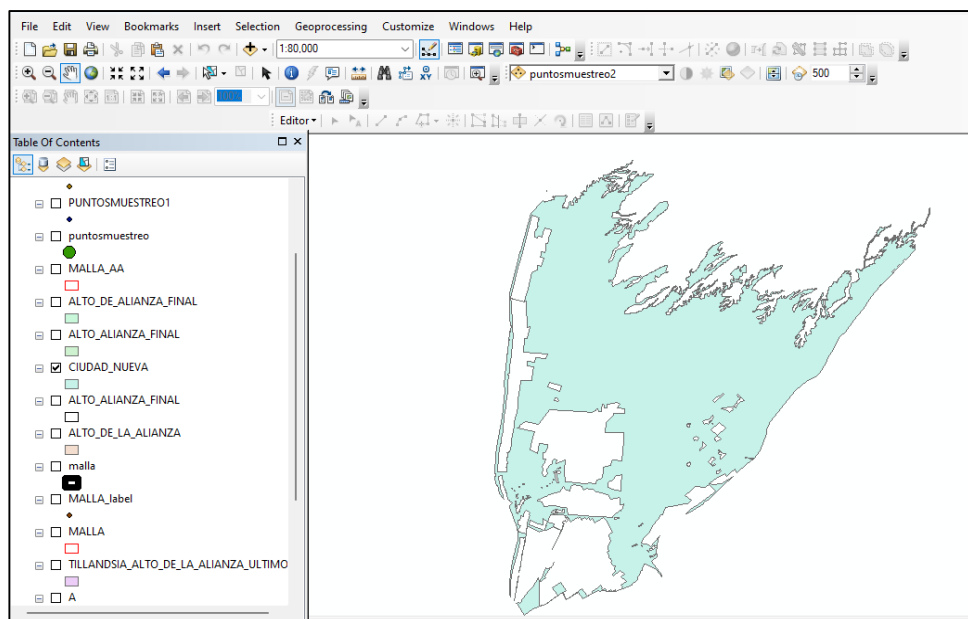
Cuarto cálculo:

$$t_{\alpha/2,22} = 2,074$$
$$n = \frac{(2,074)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2,074)^2 * (35)^2}{354\,279}}$$
$$n = 23,417599 \cong 23 \text{ parcelas}$$

- Procedimiento para la elección de parcelas al azar usando el software ArcGIS 10.8

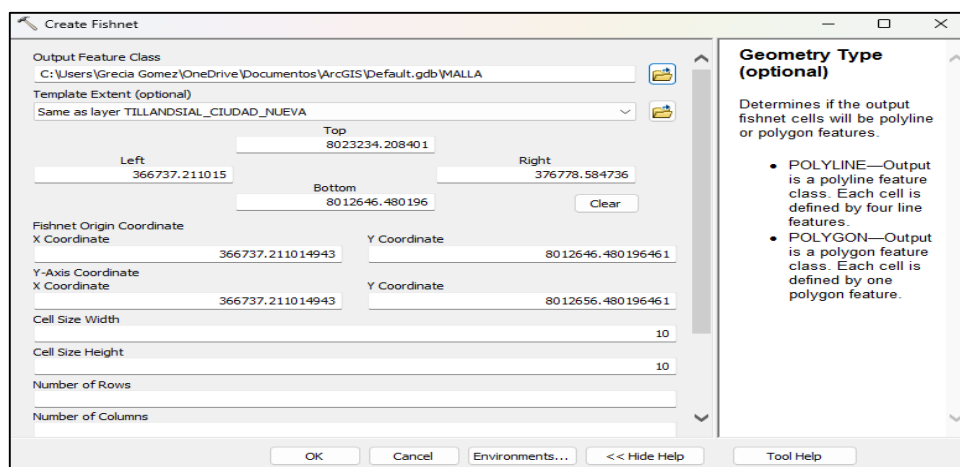
**Figura 7**

*Polígono del tillandsial distrito Ciudad Nueva*



**Figura 8**

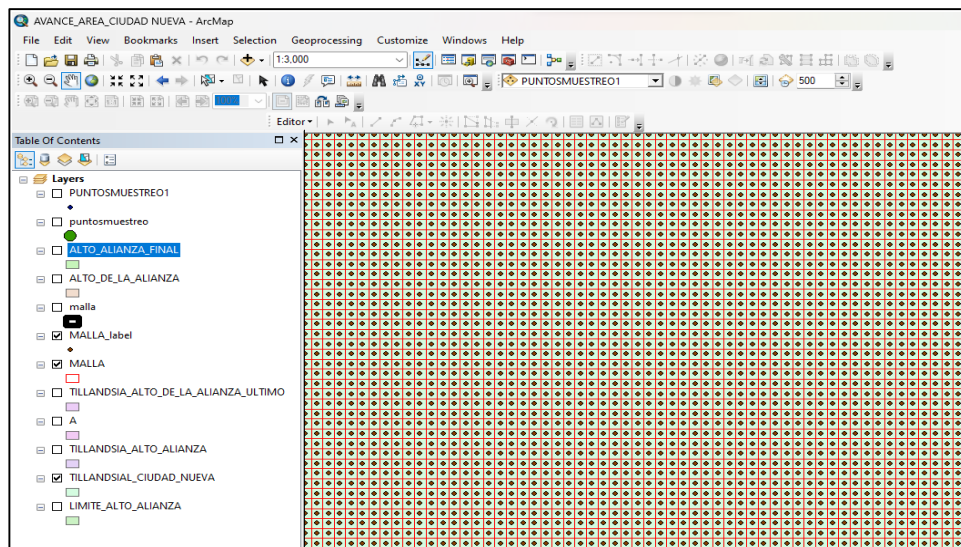
*Creación de cuadrantes de área 10 m x 10 m*



En la Figura 8 se seleccionó la opción ArcToolbox, seguidamente de la opción Data Management Tools, Sampling y Create Fishnet, en la primera opción Output Feature Class, se añadió una nueva capa con el nombre de malla, en el campo Template Extent se seleccionó la capa del tillandsial de Ciudad Nueva, se llenó las coordenadas automáticamente, en la opción Cell Size Width se añadió el valor de 10 y en la opción Cell Size Height se añadió el valor de 10, para poder generar los cuadrantes de 10 x 10 m<sup>2</sup> del área de estudio.

**Figura 9**

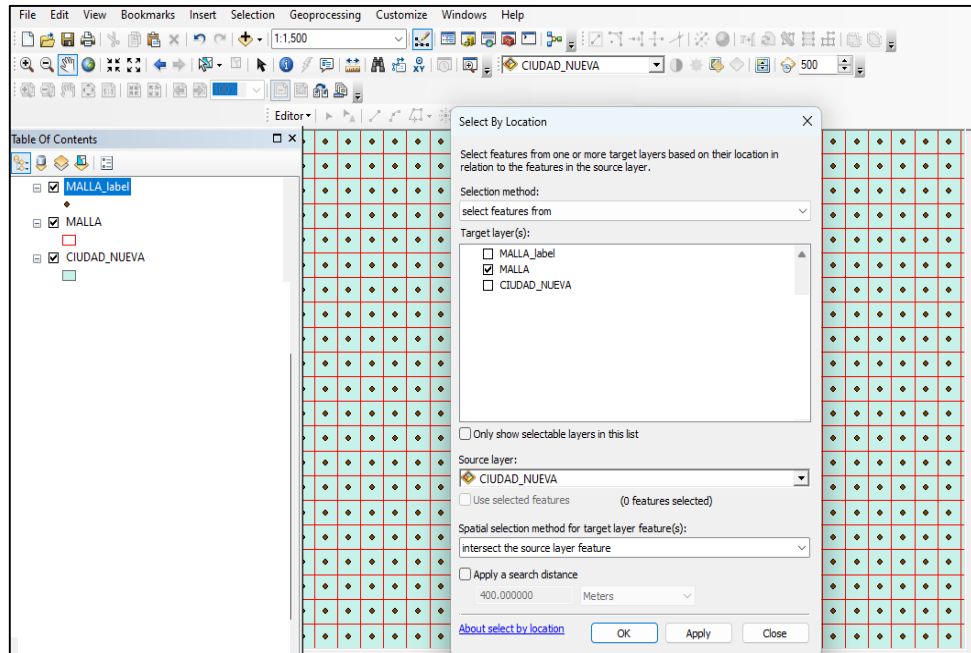
*Cuadrantes de área de 10 m x 10 m*



En la Figura 9 se observa el resultado de los cuadrantes de tamaño de 10 m x 10 m en el polígono del tillandsial.

**Figura 10**

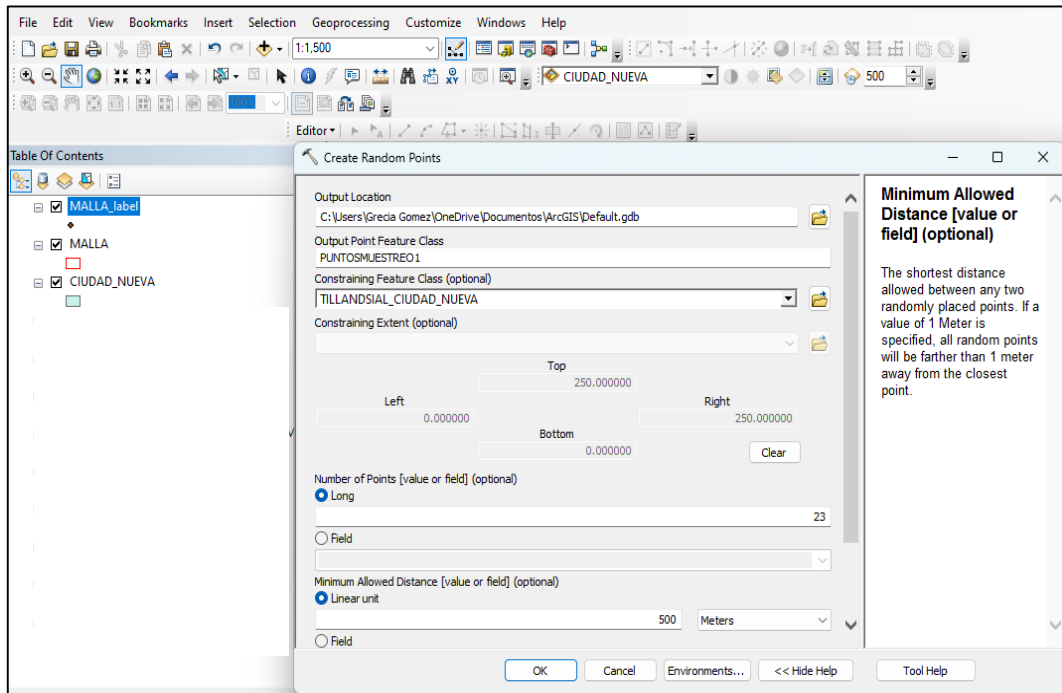
**Selección de cuadrantes del área de evaluación**



En la Figura 10 se observa que en la opción Target layer(s) se seleccionó la capa “malla” y en la opción Source layer se seleccionó el polígono de Ciudad Nueva, se seleccionó los cuadrantes dentro del área de evaluación y en la opción Switch selection de la capa “malla” se seleccionó los cuadrantes fuera del área de interés para posteriormente eliminarlo.

**Figura 11**

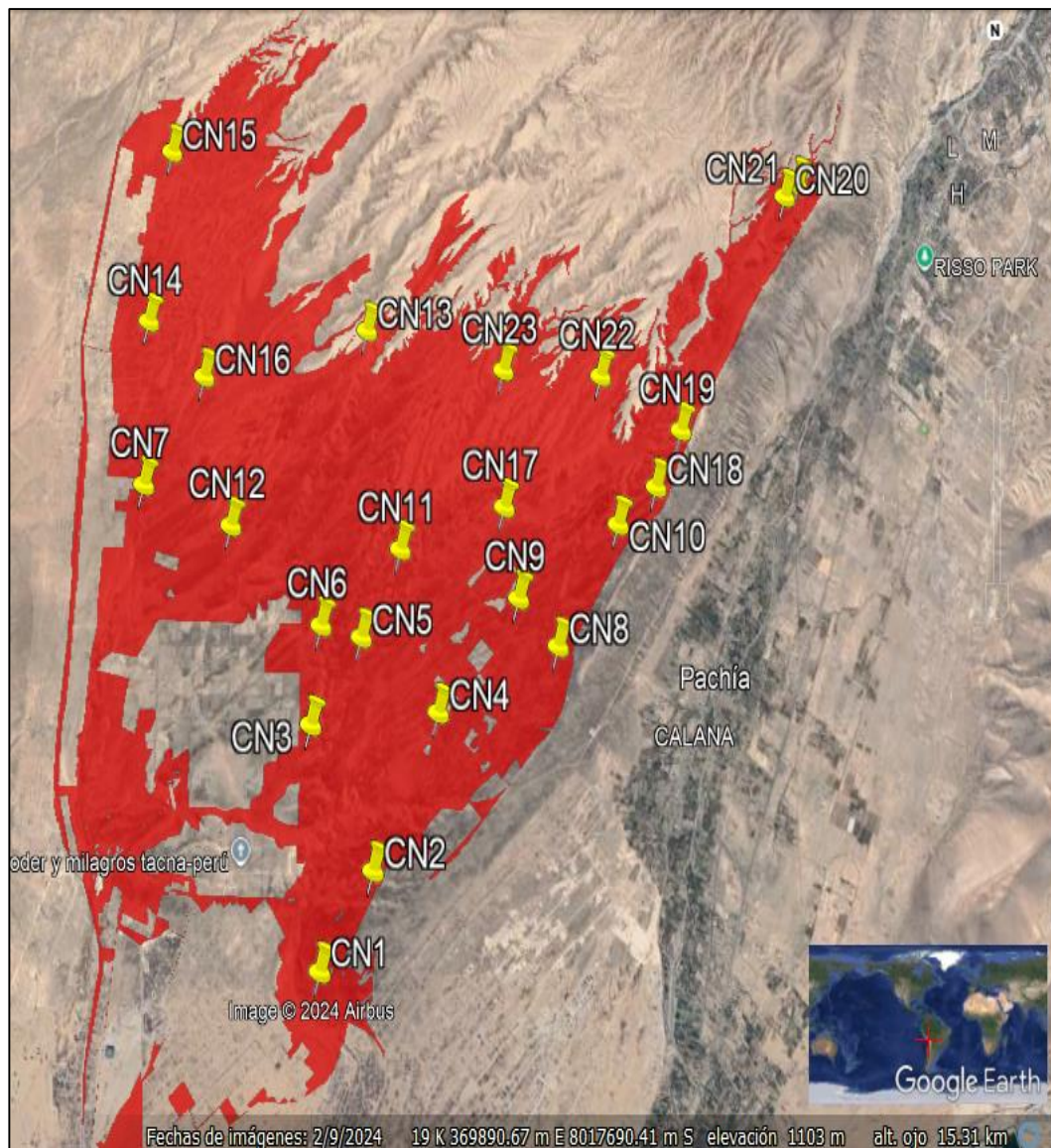
*Elección de puntos de muestreo al azar*



En la Figura 11 se observa la creación de puntos de muestreo al azar, provenientes de la opción ArcToolbox, en la primera opción se generó la dirección donde se guardó la capa, luego en la segunda opción se colocó el nombre de la capa, en la tercera opción se seleccionó el área que se evaluó y en la opción Long se añadió el número de 23 cuadrantes.

**Figura 12**

*Resultado final en el software Google Earth para el tillandsial del distrito Ciudad Nueva*



**Tabla 3***Puntos de muestreo para el distrito Ciudad Nueva*

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM – WGS 84 Zona 19 Sur		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
CN1	369804	8014063	834
CN2	370457	8014900	1 004
CN3	368043	8015648	977
CN4	371288	8016255	1065
CN5	370401	8016955	1 003
CN6	369922	8017077	1 082
CN7	367817	8018432	1 043
CN8	372747	8016798	1 155
CN9	372301	8017243	1 141
CN10	373544	8017879	1 218
CN11	370902	8017737	1 111
CN12	368865	8018020	1 074
CN13	370598	8019781	1 203
CN14	367899	8019969	1 067
CN15	368210	8021610	1 119
CN16	368570	8019420	1 083
CN17	372178	8018083	1 131
CN18	374029	8018209	1 240
CN19	374372	8018725	1 276
CN20	375852	8020920	1 320
CN21	376025	8021028	1 331
CN22	373636	8019146	1 244
CN23	372240	8019360	2 154

*Nota.* Tomado del procesamiento del cálculo de muestra de estudio para el distrito Ciudad Nueva

- Población:

La población de estudio fue constituida por el tillandsial del distrito Alto de la Alianza con un área total de 8 132, 14 ha.

- Muestra de estudio:

El tamaño de la muestra se estableció en función al error de muestreo requerido en el estudio. Para el cálculo se utilizó un error de muestreo del 15 % sobre el valor promedio, con un nivel de confianza al 95 %.

Este cálculo se basó en la siguiente ecuación según (Carrera et al., 2002).

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 * (CV\%)^2}{(E\%)^2 + \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 * (CV\%)^2}{N}}$$

Donde:

$n$ = Número de unidades de muestreo o parcelas

$t_{\alpha/2,gl}$ = 2 (al 95 % de probabilidad)

$CV\%$ = Coeficiente de variabilidad 35 %

$E\%$ = Error de muestreo igual a 15 %

$N$ = El tamaño de la población (número total de parcelas)

Se realizó el primer cálculo y se volvió a calcular nuevamente, pero esta vez, se utilizó un valor para  $t_{\alpha/2,gl}$  que aparezca en la tabla de t – Student con los grados de libertad correspondiente a la primera

estimación, este proceso se repitió nuevamente hasta que el valor de tamaño de la muestra no cambie.

El tamaño de la muestra se efectuó de la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{Área total}}{\text{Área de la parcela}}$$

Reemplazando:

$$N = \frac{81\,321\,400\text{ m}^2}{100\text{ m}^2} = 813\,214$$

Primer cálculo:

$$n = \frac{(2)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2)^2 * (35)^2}{813\,214}}$$
$$n = 21,777194 \cong 22 \text{ parcelas}$$

Segundo cálculo:

$$t_{\alpha/2,21} = 2,080$$
$$n = \frac{(2,080)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2,080)^2 * (35)^2}{813\,214}}$$
$$n = 23,554162 \cong 24 \text{ parcelas}$$

Tercer cálculo:

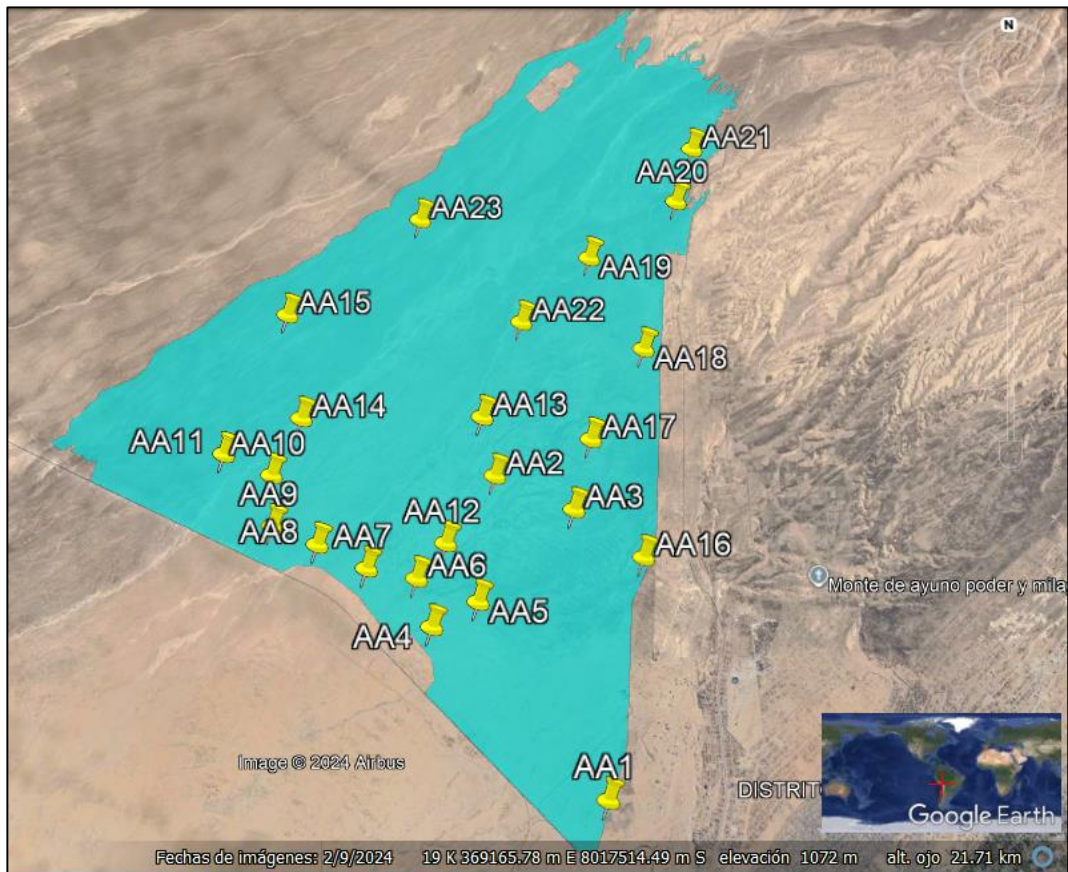
$$t_{\alpha/2,23} = 2,069$$
$$n = \frac{(2,069)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2,069)^2 * (35)^2}{813\,214}}$$
$$n = 23,305698 \cong 23 \text{ parcelas}$$

Cuarto cálculo:

$$t_{\alpha/2,22} = 2,074$$
$$n = \frac{(2,074)^2 * (35)^2}{(15)^2 + \frac{(2,074)^2 * (35)^2}{813\ 214}}$$
$$n = 23,418472 \cong 23 \text{ parcelas}$$

**Figura 13**

*Resultado final en el software Google Earth para el tillandsial del distrito Alto de Alianza*



Se ubicó los puntos al azar por medio de la herramienta **ArcToolbox/ Features class/ Create Random Point** del software ArcGIS 10.8.

**Tabla 4***Puntos de muestreo para el distrito Alto de la Alianza*

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM – WGS 84		Altitud (msnm)
	Zona 19 Sur		
	Este	Norte	
AA1	365061	8011555	851
AA2	363589	8016935	897
AA3	364897	8016308	933
AA4	362370	8014410	835
AA5	363166	8014801	859
AA6	362156	8015222	833
AA7	361326	8015418	814
AA8	360510	8015848	801
AA9	359761	8016188	789
AA10	359766	8017070	803
AA11	358953	8017468	794
AA12	362680	8015802	852
AA13	363439	8017981	910
AA14	360306	8018056	827
AA15	360116	8019955	863
AA16	366003	8015455	943
AA17	365287	8017523	956
AA18	366350	8019121	1002
AA19	365540	8020852	1018
AA20	367203	8021885	1083
AA21	367600	8022913	1127
AA22	364240	8019686	961
AA23	362561	8021682	960

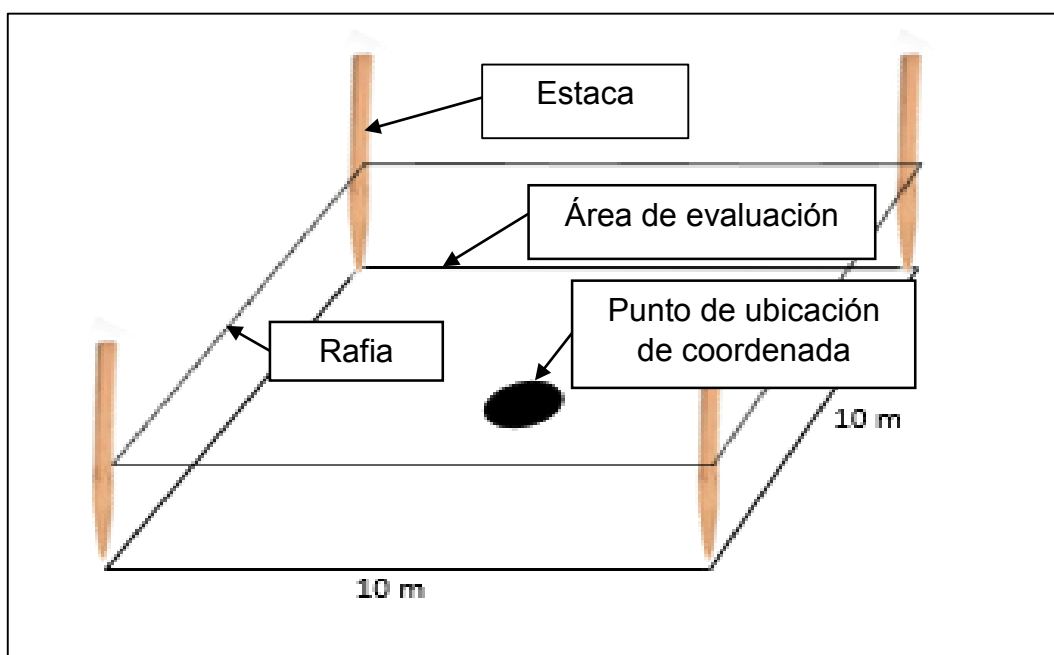
*Nota.* Tomado del procesamiento del cálculo de muestra de estudio para el distrito Alto de la Alianza

Para determinar la cobertura vegetal de las especies del género *Tillandsia*, se colocaron 23 parcelas en el distrito Ciudad Nueva y 23 parcelas para el distrito de Alto de la Alianza de 100 m<sup>2</sup> teniendo un total de 46 parcelas para la estimación de la captura CO<sub>2</sub>.

El muestreo para la estimación de captura CO<sub>2</sub> se obtuvo con seis repeticiones por cada cuadrante de evaluación.

#### Figura 14

*Área del cuadrante a evaluar*



*Nota.* Cuadrante de evaluación para la medición de cobertura del tillandsial

- Aplicación de encuestas

Distrito Alto de la Alianza

- Población:

La población de estudio estuvo basada en la Resolución Directoral N° 216-2023 UAJ DE-REDS.T/DRS.T/GOB.REG.TACNA, 2023 cuya población total en el año 2023 fue de 12 198 habitantes.

- Muestra de estudio:

De acuerdo al criterio de Gauss, se asignó un intervalo en función del criterio de confianza en 95 % que corresponde a un valor estándar de la z de 1,96 con un margen aceptable en base al error de 5 %, los valores p y q, es decir las probabilidades éxito y fracaso, por lo que se asignó el mismo peso del 50% de probabilidad de que el suceso pueda ocurrir o no.

La fórmula aplicada para poblaciones finitas (menor cien mil individuos) es: (Yamane, 1967)

$$n = \frac{N * z^2 * q * p}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra a ser encuestada

N = Total de la población

Z = Nivel de confianza al 95 % (margen de error del 5 %) de acuerdo a la tabla de distribución normal le corresponde el valor de 1,96.

p = Proporción esperada (en este caso 5% = 0,05)

q = 1-p

E = Error de estimación de 5% (valor de 0,05)

$$n = \frac{12\ 198 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(12\ 198 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$
$$n = 372,46 \cong 373$$

El resultado fue de 373 habitantes para la aplicación de la encuesta.

Distrito Ciudad Nueva

- Población:

La población de estudio estuvo basado en la Resolución Directoral N° 216-2023 UAJ DE-REDS.T/DRS.T/GOB.REG.TACNA, 2023 cuya población total en el año 2023 fue de 15 118 habitantes.

- Muestra de estudio:

De acuerdo al criterio de Gauss, se asignó un intervalo en función del criterio de confianza en 95 % que corresponde a un valor estándar de la z de 1,96 con un margen aceptable en base al error de 5 %, los valores p y q, es decir las probabilidades éxito y fracaso, por lo que se le ha asignado el mismo peso del 50% de probabilidad de que el suceso pueda ocurrir o no.

La fórmula aplicada para poblaciones finitas (menor cien mil individuos) es: (Yamane, 1967)

$$n = \frac{N * z^2 * q * p}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra a ser encuestada

$N$  = Total de la población

$Z$  = Nivel de confianza al 95 % (margen de error del 5 %) de acuerdo a la tabla de distribución normal le corresponde el valor de 1,96.

$p$  = Proporción esperada (en este caso 50% = 0,5)

$q = 1-p$

$E$  = Error de estimación de 5% (valor de 0,05)

$$n = \frac{15\ 118 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(15\ 118 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$
$$n = 374,66 \cong 375$$

El resultado fue de 375 habitantes para la aplicación de la encuesta.

### **4.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

#### **4.3.1 Técnicas de recolección**

Fase 1: Recopilación de datos

- Se obtuvo información de la ZEE (Zonificación, Ecológica y Económica) de la región de Tacna sobre el ecosistema tillandsial en base a la Ordenanza Regional N° 018-2013-CR/GOB.REG.TACNA, 2013.
- Se revisó el mapa de ecosistemas del Perú realizado por el Ministerio del Ambiente, año 2019.

- Se revisaron trabajos de investigación relacionados al ecosistema tillandsial.

#### Fase 2: Fase de campo

- Se realizaron salidas de campo para determinar la cobertura y estimación de la captura de dióxido de carbono de los tillandsiales en los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, los resultados se anotaron en una hoja de recolección mediante la medición de largo y ancho de los cojines de tillandsias que se encontró en cada cuadrante.
- Se realizó la aplicación de las encuestas a la muestra obtenida para poblaciones finitas con un total de 373 habitantes para el distrito Alto de la Alianza y 375 habitantes para el distrito Ciudad Nueva.

#### Fase 3: Fase Gabinete

##### a) Determinación de la cobertura de las especies del género *Tillandsia*

- El tamaño de la unidad muestral de cuadrantes fue de 10 m x 10 m obteniendo así una superficie de 100 m<sup>2</sup> (Ministerio del Ambiente, 2015).
- La cobertura se determinó midiendo el largo y ancho de cada agrupación de las especies del género *Tillandsia*, se determinó el porcentaje del área muestral y se extrapolo a toda la superficie

evaluada para los cuadrantes de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.

- Los datos se anotaron en las hojas de recolección de datos, mediante los datos de largo, ancho, especie y coordenada del cuadrante.

b) Determinación de la cantidad de dióxido de carbono capturado en las especies del género *Tillandsia*.

Se usó el equipo IRGA EGM – 5, mediante el siguiente procedimiento:

- Se cargó el equipo IRGA EGM – 5 hasta 100 % de batería.
- Se encendió el equipo presionando el interruptor en ON, se verificó que la batería esté cargada al 100 % y el porcentaje de soda caustica 98 %.
- Se recomendó cambiar la columna de soda caustica cuando este este valor se encuentre bajo el 20 %.
- Se colocó un USB en la parte posterior y se guardó los datos finales por cada punto de muestreo.
- Se colocó los cables para el GAS OUT y GAS IN en la parte que se indicó en el equipo.
- Se esperó en un lapso de tiempo de 10 a 15 minutos para que el equipo IRGA EGM – 5, se calibre, durante este tiempo el equipo

se encontró en la etapa de calentamiento, al culminar el periodo de calentamiento, se mostró el valor de CO<sub>2</sub>.

- Luego se dio un toque en la opción “Main” para configurar las funciones del equipo.
- Se dio un toque en la opción “Processes” que realizó los procesos disponibles, dependiendo de la sonda/sensor utilizando con el EGM-5.
- Para medir el CPY (cámara blanca), se pudo observar el volumen y área definida del equipo, se realizaron los ajustes para la determinación del tiempo, que según el manual será de 120 segundos por cada punto de muestra.
- Se procedió a codificar la muestra mediante una numeración ascendente.
- Una vez que el equipo inició a medir, apareció una nueva pantalla que mostró los valores actuales y una representación gráfica de los datos recopilados durante la sesión.
- Pasado los 120 segundos de muestreo por cada punto, se dará un click en “New CPY”, los resultados se guardarán en un USB.

- Cálculo para la obtención de dióxido de carbono:

Para obtener el flujo de CO<sub>2</sub> en masa/unidad de superficie/unidad de tiempo se realizará la siguiente conversión (PP SYSTEMS, 2021).

$$F_{CO_2}(gm^{-2}h^{-1}) = \frac{dC}{dT} \frac{\mu mol}{mol s} \times \frac{P}{1013} \times \frac{273}{273 + T_{air}} \times \frac{44,009 g}{22,414 g} \times \frac{V m^3}{A m^2} \times \frac{mol}{10^6 \mu mol} \times \frac{3600 s}{h} \times \frac{10^3 L}{m^3}$$

Donde:

- $\frac{dC}{dT}$  : Ecuación de ajuste lineal y con compensación de H<sub>2</sub>O.
- $\frac{P}{1013}$  : Corrección para la presión barométrica con P medida en mbar por el EGM-5.
- $\frac{273}{273+T_{air}}$ : Corrección para la temperatura del aire con ***T<sub>air</sub>*** introducida por el usuario en °C.
- $\frac{44,009 g}{22,414 g}$  : Volumen molar y la constante del Gas Ideal
- $\frac{V m^3}{A m^2}$ : Volumen de la cámara y la superficie del suelo

Los valores se llevaron al software RStudio para determinar el valor final por punto de muestreo.

**Figura 15**

*Descarga de datos en el software Excel*

	A	B	C	D	F	G	N	P
1	Tag(M3)	Date	Time	Plot_No	CO2	Pressure	PAR	Tair
2	Zero							
3	Start							
4	M5	16/05/2024	22:48:02	1	448	926.6	0	14.6
5	M5	16/05/2024	22:48:03	1	448	926.5	0	14.6
6	M5	16/05/2024	22:48:04	1	448	926.3	0	14.6
7	M5	16/05/2024	22:48:05	1	449	926.4	0	14.6
8	M5	16/05/2024	22:48:06	1	449	926.2	0	14.6
9	M5	16/05/2024	22:48:07	1	449	926.2	0	14.6
10	M5	16/05/2024	22:48:08	1	449	926.2	0	14.6
11	M5	16/05/2024	22:48:09	1	449	926.1	0	14.6
12	M5	16/05/2024	22:48:10	1	449	926	0	14.6
13	M5	16/05/2024	22:48:11	1	449	925.9	0	14.6
14	M5	16/05/2024	22:48:12	1	449	925.9	0	14.6
15	M5	16/05/2024	22:48:13	1	449	925.9	0	14.6
16	M5	16/05/2024	22:48:14	1	449	925.9	0	14.6
17	M5	16/05/2024	22:48:15	1	448	925.9	0	14.6
18	M5	16/05/2024	22:48:16	1	448	925.9	0	14.6
19	M5	16/05/2024	22:48:17	1	448	925.9	0	14.6

En la Figura 15 se observó ocho columnas de los datos obtenidos, como la fecha, hora, número de muestra, concentración de CO<sub>2</sub>, presión, PAR y temperatura del aire por cada punto de muestreo.

**Figura 16**

*Clasificación de columnas en archivos de valores separados por coma, tiempo y concentración de CO<sub>2</sub>*

	Tiempo	Tiempo.2	PLOT.1B	PLOT.2B	PLOT.3B	PLOT.4B	PLOT.5B
1	0	0	448	433	445	447	476
2	1	1	448	433	443	447	474
3	2	4	448	433	439	447	472
4	3	9	449	432	441	446	471
5	4	16	449	432	442	446	470
6	5	25	449	432	443	446	469
7	6	36	449	432	442	446	468
8	7	49	449	432	441	446	468
9	8	64	449	432	441	446	467
10	9	81	449	432	440	446	467
11	10	100	449	432	440	446	467
12	11	121	449	432	440	446	467
13	12	144	449	432	440	445	467
14	13	169	448	432	439	445	467
15	14	196	448	432	439	445	467
16	15	225	448	432	439	445	466

**Figura 17**

*Promedio por cada punto de muestreo para las variables presión, PAR y temperatura*

	Pressure	PAR	Tair
PLOT 1B	925.9223	0	14.66612
PLOT 2B	925.8198	0	14.74793
PLOT 3B	925.9975	0	14.80000
PLOT 4B	925.8455	0	14.95041
PLOT 5B	925.8934	0	15.32893
PLOT 6B	925.8083	0	15.37521
PLOT 7B	925.7512	0	15.35702
PLOT 8B	925.8355	0	15.48182
PLOT 9B	925.7992	0	15.74298
PLOT 10B	925.8099	0	15.50000

**Figura 18**

*Uso de códigos para estimar la captura de CO<sub>2</sub>*

```
1 install.packages("trendsegmentR")
2 install.packages("trend")
3 library(trendsegmentR)
4 library(trend)
5
6 setwd("D:/RESULTADOS SALIDA 16 DE MAYO 003/ANALISIS DE DATOS 16 DE MAYO")
7
8 Data_cc003 <- read.csv("camara clara1.csv", sep = ";")
9 FAmb_cc003 <- read.csv("vc camara clara1.csv", sep = ";", row.names=1)
10
11
12 Result_Data_CC <- data.frame(matrix(0, nrow = ncol(Data_cc003)-2, ncol = 3))
13 for(i in 1:nrow(Result_Data_CC)) {
14   Result_Data_CC[i,1] <- median(c(pettitt.test(na.omit(Data_cc003[,i+2]))$estimate,
15                                     br.test(na.omit(Data_cc003[,i+2]))$estimate,
16                                     bu.test(na.omit(Data_cc003[,i+2]))$estimate,
17                                     snh.test(na.omit(Data_cc003[,i+2]))$estimate))
18   Result_Data_CC[i,2] <- lm(Data_cc003[1:Result_Data_CC[i,1],
19                                     i+2]~seq(1,Result_Data_CC[i,1]))$coefficients[2]
20   Result_Data_CC[i,3] <- Result_Data_CC[i,2]*(FAmb_cc003$Pressure[i]/1013)*
21                                     (273/(273+FAmb_cc003$Tair[i]))*(44.009/22.414)*
22                                     ((0.002427/0.0167)*(1/1000000))*(3600)*(1000)
23 }
24 row.names(Result_Data_CC) <- colnames(Data_cc003[,-c(1,2)])
25 colnames(Result_Data_CC) <- c("inflex", "rate", "nep")
26 write.csv(Result_Data_CC, "Result_Data_CC.00303.csv")
```

En la Figura 18 se puede observar que se usaron 4 test estadísticos para poder determinar la estimación de la captura de CO<sub>2</sub> que son pettit.test, br.test, bu.test y snh.test, usando para cada punto de muestreo, luego se

halló la pendiente de línea de CO<sub>2</sub> y el tiempo, para finalmente usar la fórmula para determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> capturado.

c) Aplicación del método de valoración económica para el ecosistema tillandsial

- Método de valoración de precios de mercado:

Según el Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural, se determinó por el método valoración de precios de mercado (MPM), el cual permitió estimar el beneficio monetario relacionado con un bien o servicio, a partir de la información de mercado como precios y costos. La valoración económica del servicio ecosistémico se determinó mediante la ecuación (Ministerio del Ambiente, 2016).

$$VE = t \text{ CO}_2 * P$$

Donde:

t CO<sub>2</sub> = toneladas de dióxido de carbono

P = precio por toneladas de dióxido de carbono

VE = valor económico

Se aplicó el precio de mercado voluntario que están dirigidos a organizaciones públicas y privadas, incluso ciudadanos, que se quieran responsabilizar de su acción climática. Por esa razón, en Perú se realizó un estudio a partir de la Nota Técnica para el uso del Precio Social de Carbono en la Evaluación Social de Proyectos de Inversión en tipologías,

teniendo como conclusión que, el precio estimado por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente fue de USD 7,17 (Resolución Directoral N.º 0009-2023-EF/63.01, 2023).

El precio de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente fue de un valor de 64,32 € en base al sistema de negociación europeo de CO<sub>2</sub> (SendeCO<sub>2</sub>, 2024).

- Método de valoración contingente:

- ✓ Prueba piloto

Se determinó a través de una encuesta realizada a 75 habitantes aleatorios del distrito Alto de la Alianza y 75 habitantes aleatorios del distrito de Ciudad Nueva, los resultados de las encuestas se procesaron en la herramienta SPSS versión 25 para aplicar el índice de Confiabilidad Alfa de Cronbach.

- ✓ Índice de confiabilidad Alfa de Cronbach

Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico SPSS con ayuda de su función alfa de Cronbach, posteriormente se interpretó el resultado obtenido con los criterios descritos por George y Mallery, (2019), quienes sugieren los siguientes rangos a evaluar:

Coeficiente alfa > 0,9 es excelente

Coeficiente alfa > 0,8 es bueno

Coeficiente alfa > 0,7 es aceptable

Coeficiente alfa > 0,6 es cuestionable

Coeficiente alfa > 0,5 es pobre

Coeficiente alfa < 0,5 es inaceptable

Obtenidos los resultados de la prueba piloto, se procedió a determinar la confiabilidad de la encuesta con el método alfa de Cronbach con ayuda del paquete estadístico SPSS, cabe recalcar que se aplicó en la segunda situación ambiental) y tercera parte (valoración económica) cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.

### **Tabla 5**

*Resultados alfa de Cronbach*

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>N° de elementos</b>
0,887	7

En la Tabla 5 se muestra que la encuesta presentó una confiabilidad de 0,887 considerado como “bueno” por George y Mallery (2019), lo que es superior a otra investigación como la de Renán y Fiorenza (2022), que evaluaron la fiabilidad de sus encuestas obteniendo un valor de 0,882 para determinar la valoración de recreación y ecoturismo en Arequipa.

La encuesta permitió obtener la disposición a pagar de dos conjuntos de encuestados representativos de los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la

Alianza, para determinar la disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono por el ecosistema tillandsial (Anexo 5).

- ✓ Validez del instrumento mediante juicio de expertos

Se solicitó la colaboración de docentes de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann quienes poseen una amplia y reconocida experiencia en el área, para llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la idoneidad de la encuesta y garantizar que sea apto para su aplicación efectiva. Se validó el instrumento de investigación mediante un juicio de expertos para tener mayor relevancia como se muestra en el anexo 7, 8 y 9.

#### **4.4 Materiales e instrumentos**

- ✓ IRGA EGM - 5
- ✓ ArcGIS 10.8
- ✓ RStudio
- ✓ Google Earth Pro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Wincha
- ✓ Estacas
- ✓ Rafia
- ✓ GPS Garmin 790
- ✓ Radio Walkie Talkie Motorola
- ✓ Hoja de recolección de datos de campo
- ✓ Linternas

#### 4.5 Análisis estadístico

a) Determinación de la cantidad de dióxido de carbono capturado en las especies del género *Tillandsia*.

- El método de análisis se tomó usando el software RStudio mediante el uso de 4 tests estadísticos (pettit.test, br.test, bu.test y snh.test) para determinar la captura de dióxido de carbono en las especies del género *Tillandsia*.

b) Aplicación de la encuesta para los métodos de valoración económica del ecosistema tillandsial

- Se midió la confiabilidad interna de la encuesta con el coeficiente alfa de Cronbach.
- Procesamiento y análisis estadístico de la encuesta se usó el software estadístico SPSS Statistics 23.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Resultados

##### 5.1.1 Determinación de la cobertura en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA-EGM5

a) Distrito Alto de la Alianza

**Tabla 6**

*Cobertura del tillandsial del distrito Alto de la Alianza*

Cuadrante	Cobertura total (%)	Cobertura para la captura de CO <sub>2</sub> (%)
AA1	18,74	18,74
AA2	12,79	12,79
AA3	18,37	18,37
AA4	16,47	16,47
AA5	22,34	22,34
AA6	27,19	21,87
AA7	16,93	10,15
AA8	22,12	13,39
AA9	13,60	7,79
AA10	19,48	12,79
AA11	7,05	5,08
AA12	17,27	12,02
AA13	15,11	9,11
AA14	19,93	11,83
AA15	12,60	6,90
AA16	15,30	9,17
AA17	13,46	7,75
AA18	24,50	15,25
AA19	21,34	12,09
AA20	12,79	7,42
AA21	17,41	10,52
AA22	21,86	12,42
AA23	18,06	10,17
Promedio	17,56	12,37

En la Tabla 6 se observa que la cobertura total para el distrito Alto de la Alianza en promedio fue de 17,56 % y la cobertura para la medición de captura de CO<sub>2</sub> fue de 12,37 %.

b) Distrito Ciudad Nueva

**Tabla 7**

*Cobertura del tillandsial del distrito Ciudad Nueva*

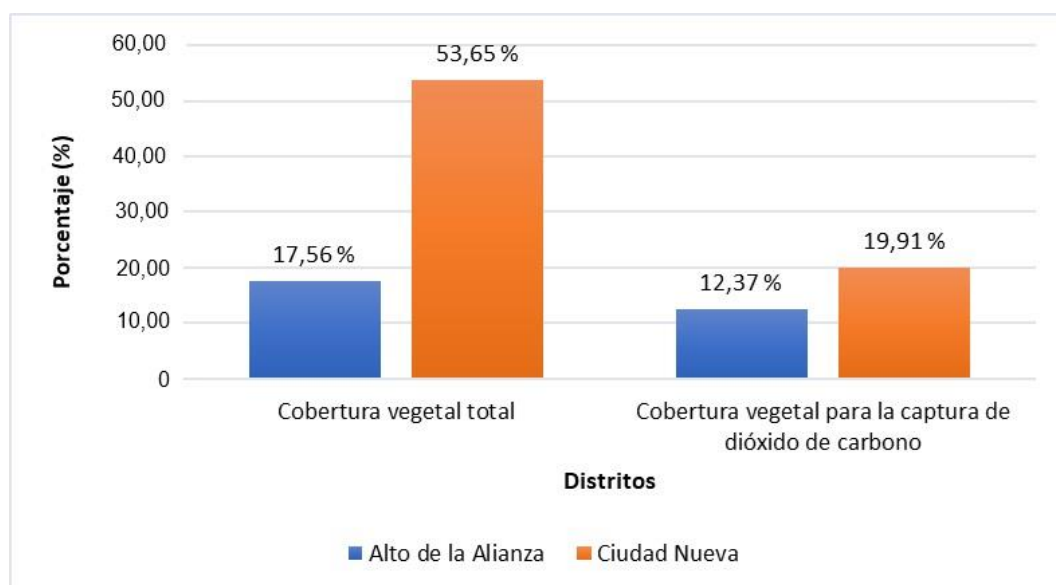
Cuadrante	Cobertura total (%)	Cobertura para la medición de captura de CO <sub>2</sub> (%)
CN1	68,64	26,12
CN2	51,58	21,78
CN3	34,85	14,15
CN4	64,49	23,82
CN5	60,59	24,96
CN6	45,34	17,74
CN7	38,69	12,76
CN8	67,89	26,02
CN9	62,89	25,28
CN10	64,39	23,04
CN11	66,12	28,03
CN12	48,96	13,31
CN13	31,76	7,11
CN14	40,79	13,86
CN15	55,32	21,84
CN16	28,29	8,54
CN17	63,00	23,22
CN18	74,24	28,81
CN19	66,37	24,76
CN20	49,95	16,71
CN21	43,79	14,56
CN22	65,08	27,48
CN23	40,95	13,97
Promedio	53,65	19,91

En la Tabla 7 se observa que la cobertura total para el distrito de Ciudad Nueva en promedio fue de 53,65 % y la cobertura para la medición de captura de CO<sub>2</sub> fue de 19,91 %.

c) Cobertura final de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva

### Figura 19

*Cobertura de tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva*



En la Figura 19 se observa que el distrito Alto de la Alianza presentó una cobertura total de 17,56 % y una cobertura para la medición de captura de CO<sub>2</sub> de 12,37 % y para el distrito de Ciudad Nueva presentó una cobertura total de 53,65 % y una cobertura para la medición de captura de CO<sub>2</sub> de 19,91 % concluyendo que el distrito de Ciudad Nueva presentó mayor cobertura en porcentaje que el distrito Alto de la Alianza.

d) Área representativa para los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva

**Tabla 8**

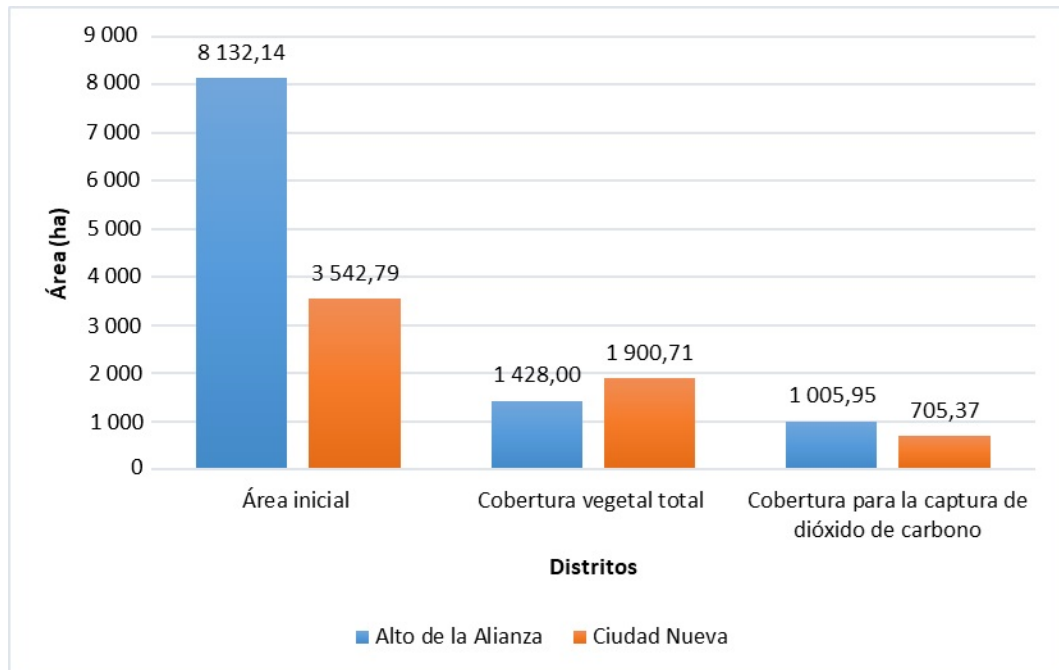
*Área final para determinar la captura de CO<sub>2</sub>*

Distritos	Área inicial (ha)	Cobertura total (%)	Cobertura total (ha)	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (%)	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (ha)
Alto de la Alianza	8 132,14	17,56	1 428,00	12,37	1 005,95
Ciudad Nueva	3 542,79	53,65	1 900,71	19,91	705,37

En la Tabla 8 se observa que el distrito Alto de la Alianza presentó un área total de 8 132,14 ha, con una cobertura total del tillandsial de 1 428,00 ha y cobertura para la captura de CO<sub>2</sub> de 1 005,95 ha y en el distrito de Ciudad Nueva presentó un área de 3 542,79 ha, con una cobertura total de 1 900,71 ha y cobertura para la captura de CO<sub>2</sub> de 705,37 ha.

**Figura 20**

*Área de tillandsiales para los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva*



En la Figura 20 se observa el área para la captura de CO<sub>2</sub>, para el distrito Alto de la Alianza presentó un área de 1 005,95 ha y para el distrito de Ciudad Nueva presentó un área de 705,37 ha.

### 5.1.2 Estimación de captura de dióxido de carbono de los tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna

**Tabla 9**

*Determinación de captura de CO<sub>2</sub> por cuadrante en el distrito Alto de la Alianza*

Cuadrante	Concentración de CO <sub>2</sub> (g CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *h)	Cobertura para la captura de CO <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> )	Captura de CO <sub>2</sub> (g CO <sub>2</sub> /h)
AA1	0,04758292	18,74	0,891542091
AA2	0,04560159	12,79	0,583267105
AA3	0,04593752	18,37	0,843702271
AA4	0,03450057	16,47	0,568310708
AA5	0,04618314	22,34	1,031523561
AA6	0,04258302	21,87	0,931328888
AA7	0,03269687	10,15	0,331899395
AA8	0,05596366	13,39	0,749442969
AA9	0,04060436	7,79	0,316182114
AA10	0,03765977	12,79	0,481483870
AA11	0,04156501	5,08	0,211038034
AA12	0,05474334	12,02	0,657861651
AA13	0,04101668	9,11	0,373789062
AA14	0,05580901	11,83	0,660298676
AA15	0,04832664	6,90	0,333250877
AA16	0,04906837	9,17	0,450172864
AA17	0,05532646	7,75	0,428636232
AA18	0,03458631	15,25	0,527538056
AA19	0,04898686	12,09	0,592447139
AA20	0,05723312	7,42	0,424629723
AA21	0,04515376	10,52	0,474805368
AA22	0,04837253	11,56	0,559186447
AA23	0,04865363	10,17	0,494807417
Promedio	0,04600675	12,37	0,569103498

En la Tabla 9 se observa que la captura de CO<sub>2</sub> promedio para un cuadrante de 100 m<sup>2</sup> fue de 0, 57 gCO<sub>2</sub>/h para el distrito Alto de la Alianza.

**Tabla 10**

*Cobertura para la captura de CO<sub>2</sub> en el tillandsial del distrito Alto de la Alianza*

Distrito	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (ha)
Alto de la Alianza	1 005,95

En la Tabla 10 se observa que la cobertura del tillandsial para la captura de CO<sub>2</sub> fue de 1 005,95 hectáreas.

Conversiones:

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (g CO<sub>2</sub>/h)

$$0,569103498 \frac{gCO_2}{h} \times \frac{1\ 005,95\ ha}{0,01\ ha} = 57\ 248,97 \frac{g\ CO_2}{h}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/h)

$$57\ 248,97 \frac{gCO_2}{h} \times \frac{10^{-6}\ t}{1\ g} = 0,06 \frac{t\ CO_2}{h}$$

$$\frac{0,06 \frac{t\ CO_2}{h}}{2} = 0,03 \frac{t\ CO_2}{h}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (tCO<sub>2</sub>/día)

$$57\ 248,97 \frac{g\ CO_2}{h} \times \frac{10^{-6}\ t}{1\ g} \times \frac{1\ h}{0,04116667\ día} = 1,39 \frac{t\ CO_2}{día}$$

$$\frac{1,39 \frac{t\ CO_2}{día}}{2} = 0,70 \frac{t\ CO_2}{día}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/mes)

$$57\,248,97 \frac{g\ CO_2}{h} \times \frac{10^{-6}\ t}{1\ g} \times \frac{1\ h}{0,00136986\ mes} = 41,79 \frac{t}{mes}$$

$$\frac{41,79 \frac{t\ CO_2}{mes}}{2} = 20,90 \frac{t\ CO_2}{h}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/año)

$$57\,248,97 \frac{g}{m^2 * h} \times \frac{10^{-6}\ t}{1\ g} \times \frac{1\ h}{0,000114155\ año} = 501,50 \frac{t\ CO_2}{año}$$

$$\frac{501,50 \frac{t\ CO_2}{año}}{2} = 250,75 \frac{t\ CO_2}{año}$$

**Tabla 11**

*Resultado final de captura de CO<sub>2</sub> para el distrito Alto de la Alianza*

Distrito	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (ha)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /h)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /día)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /mes)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /año)
Alto de la Alianza	1 005,45	0,03	0,70	20,90	250,75

En la Tabla 11 se observa que la cobertura para la captura de CO<sub>2</sub> es de 1 005,45 hectáreas, la captura de CO<sub>2</sub> en los tillandsiales de Alto de la Alianza es de 0,03 t CO<sub>2</sub>/h, 0,70 t CO<sub>2</sub>/día, 20,90 t CO<sub>2</sub>/mes y 250,75 t CO<sub>2</sub>/año.

b) Distrito Ciudad Nueva

**Tabla 12**

*Determinación de captura de CO<sub>2</sub> por cuadrante en el distrito Ciudad Nueva*

Cuadrante	Concentración de CO <sub>2</sub> (g CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *h)	Cobertura para la captura de CO <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> )	Captura de CO <sub>2</sub> (g CO <sub>2</sub> /h)
CN1	0,16696933	26,12	4,36123890
CN2	0,16169465	21,78	3,52170948
CN3	0,04239850	14,15	0,59993878
CN4	0,14525307	23,82	3,45992812
CN5	0,13639231	24,96	3,40435206
CN6	0,14936241	17,74	2,64968915
CN7	0,04251668	12,76	0,54251284
CN8	0,16690833	26,02	4,34295475
CN9	0,16151529	25,28	4,08310653
CN10	0,14819355	23,04	3,41437939
CN11	0,15607591	28,03	4,37480776
CN12	0,04832661	13,31	0,64322718
CN13	0,04655171	7,11	0,33098266
CN14	0,04499108	13,86	0,62357637
CN15	0,04591623	21,84	1,00281046
CN16	0,04543492	8,54	0,38801422
CN17	0,16844589	23,22	3,91131357
CN18	0,15212099	28,81	4,38260572
CN19	0,16645894	24,76	4,12152335
CN20	0,14194565	16,71	2,37191181
CN21	0,13708663	14,56	1,99598133
CN22	0,16430920	27,48	4,51521682
CN23	0,16590545	13,97	2,31769914
Promedio	0,12194667	19,91	2,42795813

En la Tabla 12 se observa que la captura de CO<sub>2</sub> promedio para un cuadrante de 100 m<sup>2</sup> fue de 2,43 g CO<sub>2</sub>/h para el distrito Ciudad Nueva.

**Tabla 13**

*Cobertura para la captura de CO<sub>2</sub> en el tillandsial de Ciudad Nueva*

Distrito	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (ha)
Ciudad Nueva	705,37

En la Tabla 13 se observa que la cobertura del tillandsial para captura de CO<sub>2</sub> fue de 705,37 hectáreas.

Conversiones:

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (g CO<sub>2</sub>/h)

$$2,42795813 \frac{g CO_2}{h} \times \frac{705,37}{0,01 ha} = 171\,260,88 \frac{g CO_2}{h}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/h)

$$171\,260,88 \frac{g CO_2}{h} \times \frac{10^{-6} t}{1 g} = 0,17 \frac{t CO_2}{h}$$

$$\frac{0,17 \frac{t CO_2}{h}}{2} = 0,09 \frac{t CO_2}{h}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/día)

$$171\,260,88 \frac{g CO_2}{h} \times \frac{10^{-6} t}{1 g} \times \frac{1 h}{0,04116667 día} = 4,16 \frac{t CO_2}{día}$$

$$\frac{4,16 \frac{ton CO_2}{día}}{2} = 2,08 \frac{t CO_2}{día}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/mes)

$$171\,260,88 \frac{g\ CO_2}{h} \times \frac{10^{-6}\ t}{1\ g} \times \frac{1\ h}{0,00136986\ mes} = 125,02 \frac{t\ CO_2}{mes}$$

$$\frac{125,02 \frac{t\ CO_2}{mes}}{2} = 62,51 \frac{t\ CO_2}{mes}$$

- Captura de CO<sub>2</sub> en unidades (t CO<sub>2</sub>/año)

$$171\,260,88 \frac{g}{m^2 * h} \times \frac{10^{-6}\ t}{1\ g} \times \frac{1\ h}{0,000114155\ año} = 1\,500,25 \frac{t}{año}$$

$$\frac{1\,500,25 \frac{t\ CO_2}{año}}{2} = 750,13 \frac{t\ CO_2}{año}$$

**Tabla 14**

*Resultado final de captura de CO<sub>2</sub> para el tillandsial del distrito Ciudad Nueva*

Distrito	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (ha)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /h)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /día)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /mes)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /año)
Ciudad Nueva	705,37	0,09	2,08	62,51	750,13

En la Tabla 14 se observa que la cobertura para la captura de CO<sub>2</sub> es de 705,37 hectáreas, la captura de CO<sub>2</sub> en los tillandsiales de Ciudad Nueva es de 0,09 t CO<sub>2</sub>/h, 2,08 t CO<sub>2</sub>/día, 62,51 t CO<sub>2</sub>/mes y 750,13 t CO<sub>2</sub>/año.

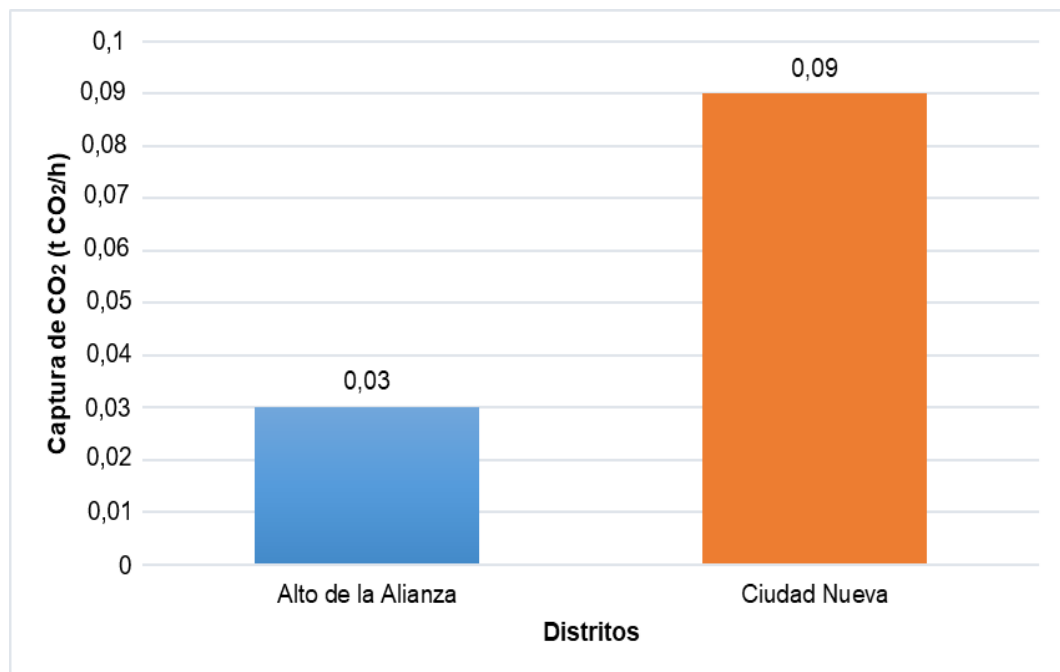
**Tabla 15**

*Comparación de captura de CO<sub>2</sub> en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva*

Distrito	Cobertura para captura de CO <sub>2</sub> (ha)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /h)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /día)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /mes)	Captura de CO <sub>2</sub> total (tCO <sub>2</sub> /año)
Alto de la Alianza	1 005,95	0,03	0,70	20,90	250,75
Ciudad Nueva	705,37	0,09	2,08	62,51	750,13

**Figura 21**

*Captura de CO<sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por hora*

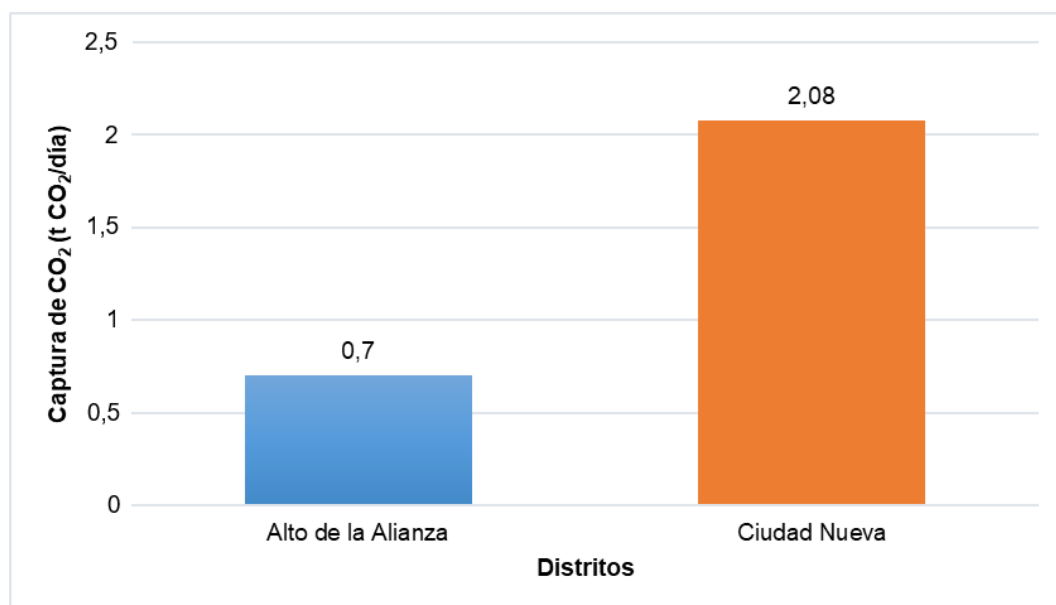


En la Figura 21 se puede observar que el ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza presentó una captura de CO<sub>2</sub> de 0,03 t CO<sub>2</sub>/h y el distrito

de Ciudad Nueva presentó una captura de 0,09 t CO<sub>2</sub>/h, el tillandsial ubicado en el distrito Ciudad Nueva capturó casi tres veces la cantidad de CO<sub>2</sub> que el distrito Alto de la Alianza.

### Figura 22

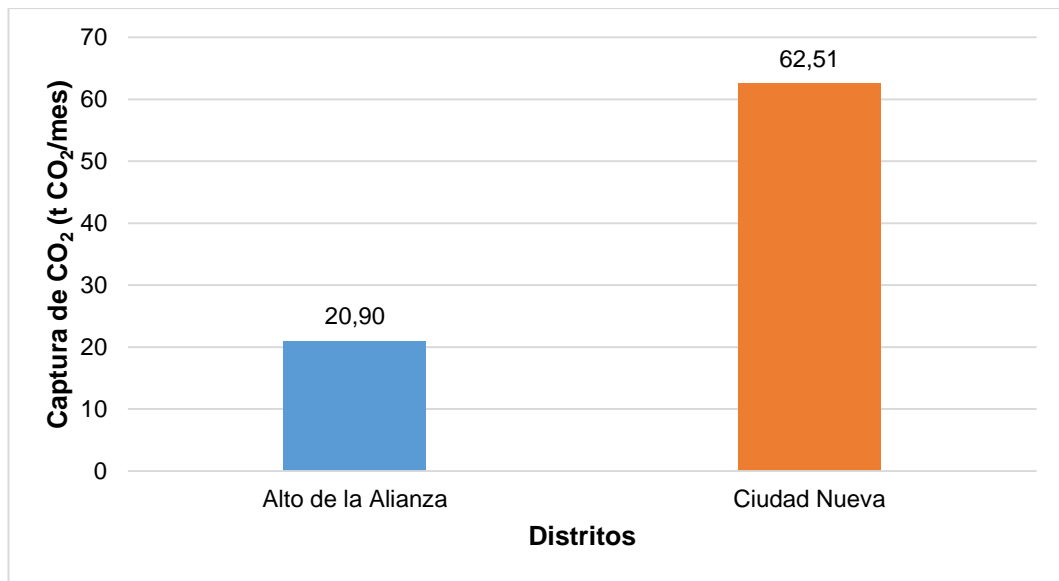
*Captura de CO<sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por día*



En la Figura 22 se puede observar que el ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza presentó una captura de CO<sub>2</sub> de 0,7 t CO<sub>2</sub>/día y el distrito de Ciudad Nueva presentó una captura de 2,08 t CO<sub>2</sub>/día, el tillandsial ubicado en el distrito Ciudad Nueva presentó mayor captura por día a comparación del tillandsial ubicado en el distrito Alto de la Alianza.

**Figura 23**

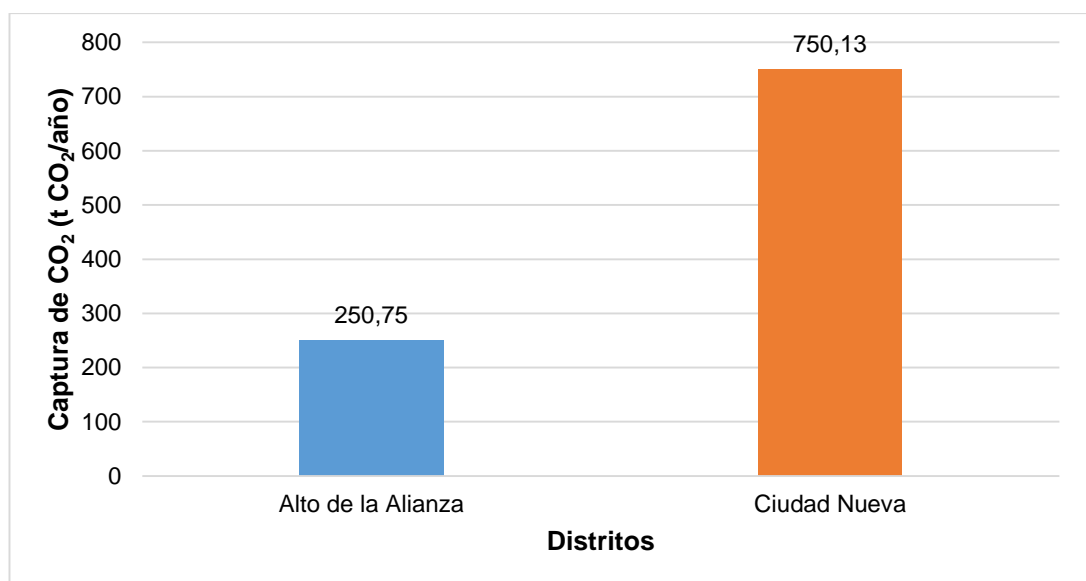
*Captura de CO<sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por mes*



En la Figura 23 se puede observar que el ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza presentó una captura de CO<sub>2</sub> de 20,90 t CO<sub>2</sub>/mes y el distrito de Ciudad Nueva presentó una captura de 62,51 t CO<sub>2</sub>/mes, el tillandsial ubicado en el distrito Ciudad Nueva presentó mayor captura por mes a comparación del tillandsial ubicado en el distrito Alto de la Alianza.

**Figura 24**

*Captura de CO<sub>2</sub> de tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva por año*



En la Figura 24 se puede observar que el ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza presentó una captura de CO<sub>2</sub> de 250,75 t CO<sub>2</sub>/año y el distrito de Ciudad Nueva presentó una captura de 750,13 t CO<sub>2</sub>/año, el tillandsial ubicado en el distrito Ciudad Nueva presentó mayor captura por año a comparación del tillandsial ubicado en el distrito Alto de la Alianza, dando por conclusión que el distrito que presentó mayor captura de CO<sub>2</sub> en cuanto a las tillandsias es el distrito de Ciudad Nueva.

### **5.1.3 Aplicación de dos métodos de valoración económica del servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna**

#### a) Aplicación del método de valoración precios de mercado

- Ministerio del Ambiente – Perú

La valoración económica del servicio ecosistémico se determinó mediante la ecuación (Ministerio del Ambiente, 2016).

$$VE = t \text{ CO}_2 * P$$

Donde:

t CO<sub>2</sub> = toneladas de dióxido de carbono

P = precio por tonelada de dióxido de carbono

VE = valor económico

Reemplazando:

- Distrito Alto de la Alianza:

$$VE = 0,03 \text{ t CO}_2/\text{h} \times \$ 7,17 = \$ 0,21 \text{ por hora}$$

$$VE = 0,70 \text{ t CO}_2/\text{día} \times \$ 7,17 = \$ 5,02 \text{ por día}$$

$$VE = 20,90 \text{ t CO}_2/\text{mes} \times \$ 7,17 = \$ 149,85 \text{ por mes}$$

$$VE = 250,75 \text{ t CO}_2/\text{año} \times \$ 7,17 = \$ 1\,797,88 \text{ por año}$$

- Distrito Ciudad Nueva:

$$VE = 0,09 \text{ t CO}_2/\text{h} \times \$ 7,17 = \$ 0,65 \text{ por hora}$$

$$VE = 2,08 \text{ t CO}_2/\text{día} \times \$ 7,17 = \$ 14,91 \text{ por día}$$

$$VE = 62,51 \text{ t CO}_2/\text{mes} \times \$ 7,17 = \$ 448,20 \text{ por mes}$$

$$VE = 750,13 \text{ t CO}_2/\text{año} \times \$ 7,17 = \$ 5\,378,43 \text{ por año}$$

El precio estimado por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente fue de USD 7,17 (Resolución Directoral N.º 0009-2023-EF/63.01, 2023).

- Sistema de negociación europeo de CO<sub>2</sub> – Sede España

El precio de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente fue de un valor de € 64,32 en base al sistema de negociación europeo de CO<sub>2</sub> (SendeCO<sub>2</sub>, 2024)

Reemplazando:

- Distrito Alto de la Alianza:

$$VE = 0,03 \text{ t CO}_2/\text{h} \times € 64,32 = € 1,93 \text{ por hora}$$

$$VE = 0,70 \text{ t CO}_2/\text{día} \times € 64,32 = € 45,02 \text{ por día}$$

$$VE = 20,90 \text{ t CO}_2/\text{mes} \times € 64,32 = € 1\,344,29 \text{ por mes}$$

$$VE = 250,75 \text{ t CO}_2/\text{año} \times € 64,32 = € 16 128,24 \text{ por año}$$

- Distrito Ciudad Nueva:

$$VE = 0,09 \text{ t CO}_2/\text{h} \times € 64,32 = € 5,79 \text{ por hora}$$

$$VE = 2,08 \text{ t CO}_2/\text{día} \times € 64,32 = € 133,79 \text{ por día}$$

$$VE = 62,51 \text{ t CO}_2/\text{mes} \times € 64,32 = € 4 020,79 \text{ por mes}$$

$$VE = 750,13 \text{ t CO}_2/\text{año} \times € 64,32 = € 48 248,36 \text{ por año}$$

b) Resultados de la valoración económica mediante la metodología de disposición a pagar distrito Alto de la Alianza

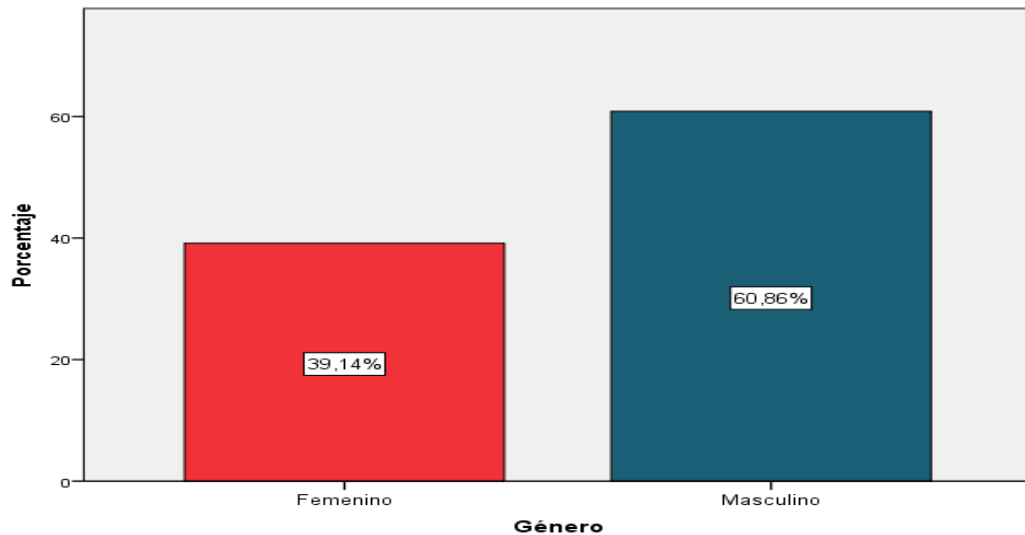
**Tabla 16**

*Datos del encuestado: Género del distrito Alto de la Alianza*

<b>Género</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Femenino	146	39,14
Masculino	227	60,86
Total	373	100,00

**Figura 25**

*Datos del encuestado: Género del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 25 se observa que el género predominante fue el masculino con un porcentaje de 60,86 % prosiguiendo con el género femenino con un porcentaje de 39,14 % para el distrito Alto de la Alianza.

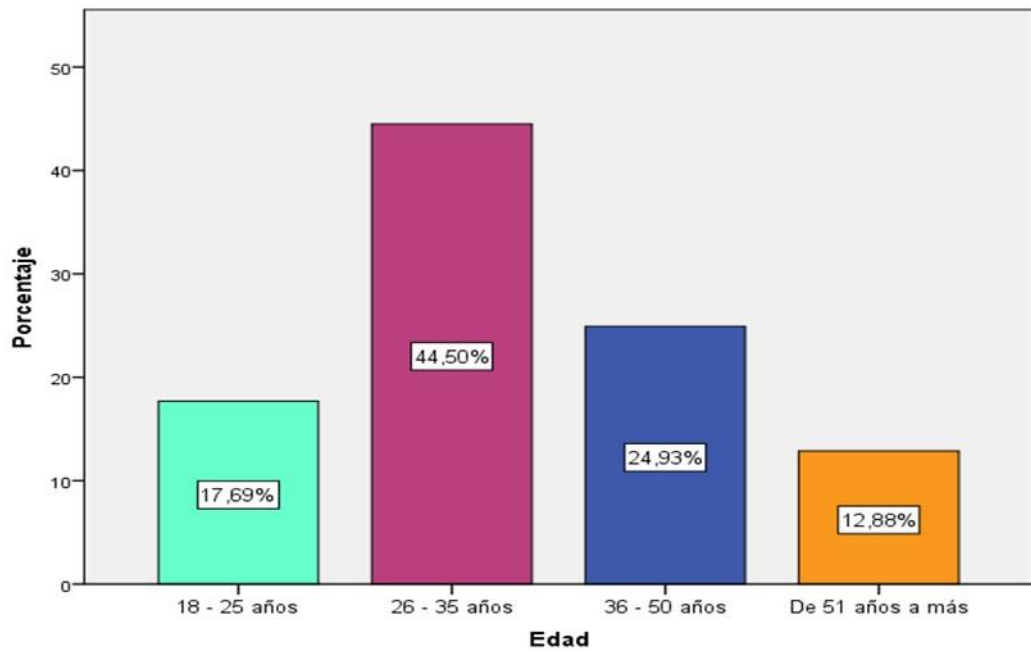
**Tabla 17**

*Datos del encuestado: Edad del distrito Alto de la Alianza*

Edad	Frecuencia	Porcentaje
18 - 25 años	66	17,69
26 - 35 años	166	44,50
36 - 50 años	93	24,93
De 51 años a más	48	12,88
Total	373	100,00

**Figura 26**

*Datos del encuestado: Edad del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 26 se observa que la población que se encuentra en el rango de edad de 18 a 25 años representó el 17,69 %, el intervalo de 26 a 35 años constituye un 44,50 % de la población, siendo el grupo más grande, seguido del intervalo de 36 a 50 años con un 24,93 % y por último la población en el rango de 51 años a más representó al 12,88 %, la mayor parte de la población se encontró en el rango de edad de 26 a 35 años seguido por el rango de 36 a 50 años.

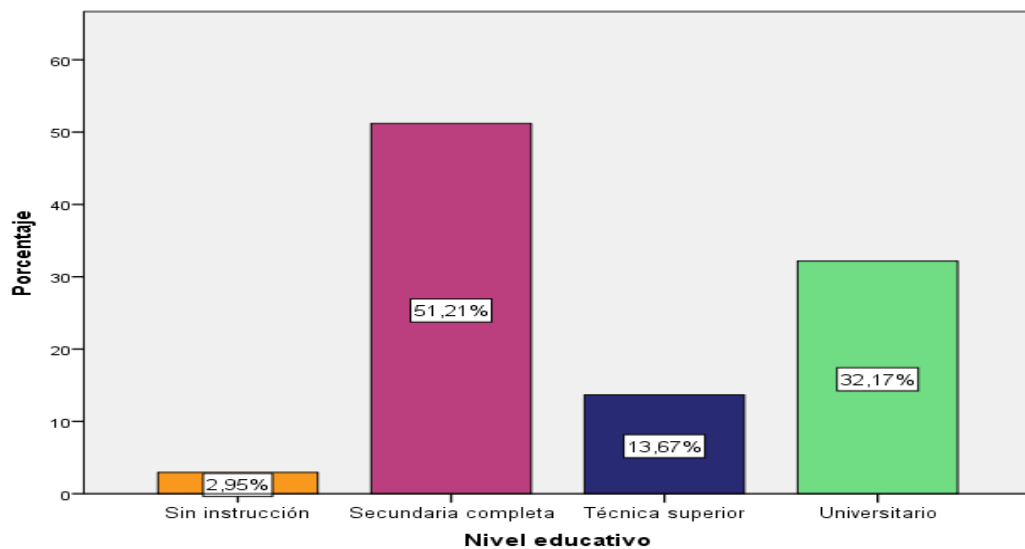
**Tabla 18**

*Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Alto de la Alianza*

<b>Nivel educativo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sin instrucción	11	2,95
Secundaria completa	191	51,21
Técnica superior	51	13,67
Universitario	120	32,17
Total	373	100,00

**Figura 27**

*Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 27 se observa que el mayor porcentaje fue de 51,21 % con el nivel educativo de secundaria completa, seguido del nivel universitario con

un 32,17 %, la población encuestada del nivel educativo de Técnica superior fue de un 13,67 % y la población sin instrucción fue de 2,95 %.

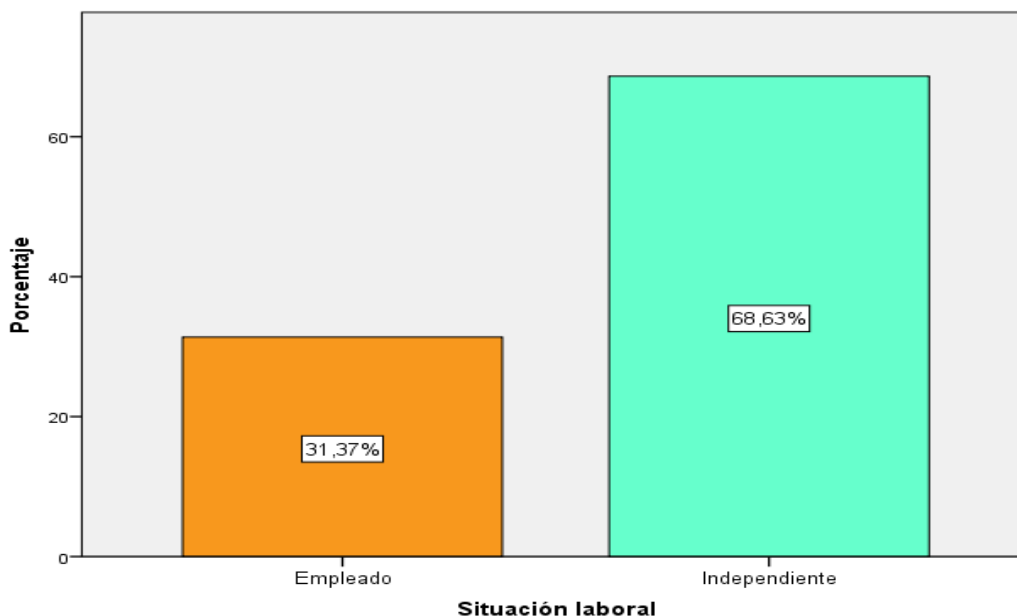
**Tabla 19**

*Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Alto de la Alianza*

<b>Situación laboral</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Empleado	146	31,37
Independiente	227	68,63
Total	373	100,00

**Figura 28**

*Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 28 se observa la situación laboral de los encuestados del distrito Alto de la Alianza, la mayor parte de la población fue independiente

con un 68,63 % y la menor población presentó una situación laboral de empleado con un 31,37 %.

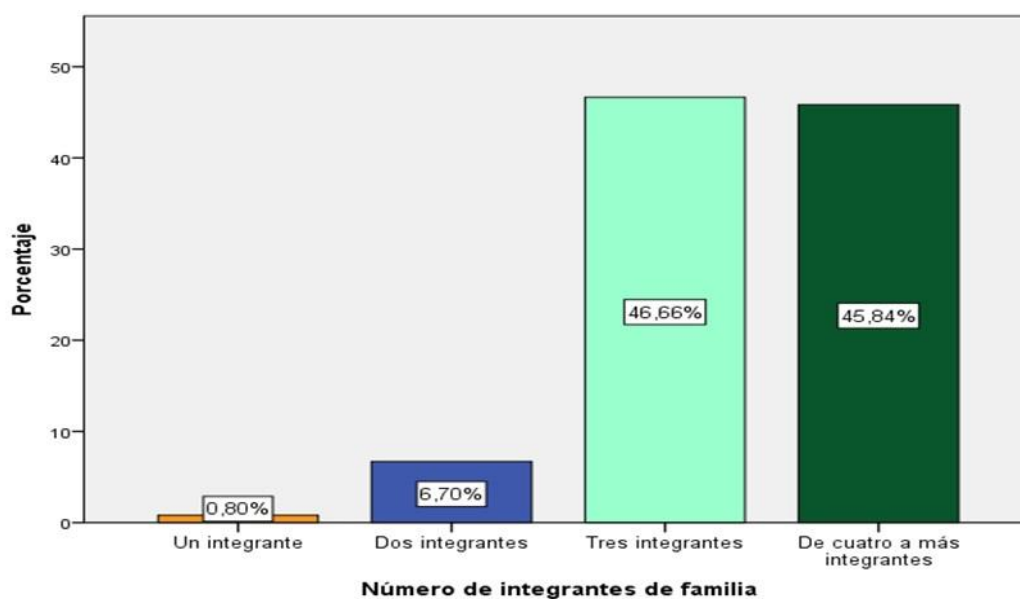
**Tabla 20**

*Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Alto de la Alianza*

<b>N° integrantes de familia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Un integrante	3	0,80
Dos integrantes	25	6,70
Tres integrantes	174	46,66
De cuatro a más integrantes	171	45,84
<b>Total</b>	<b>373</b>	<b>100,00</b>

**Figura 29**

*Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 29 se observa el número de integrantes de familia, el mayor porcentaje fue de 46,66 % con tres integrantes, seguido de cuatro integrantes a más con un 45,84 %, la menor población se encontró en la categoría de dos integrantes con un 6,70 % y por último la categoría de un integrante con un 0,80 %.

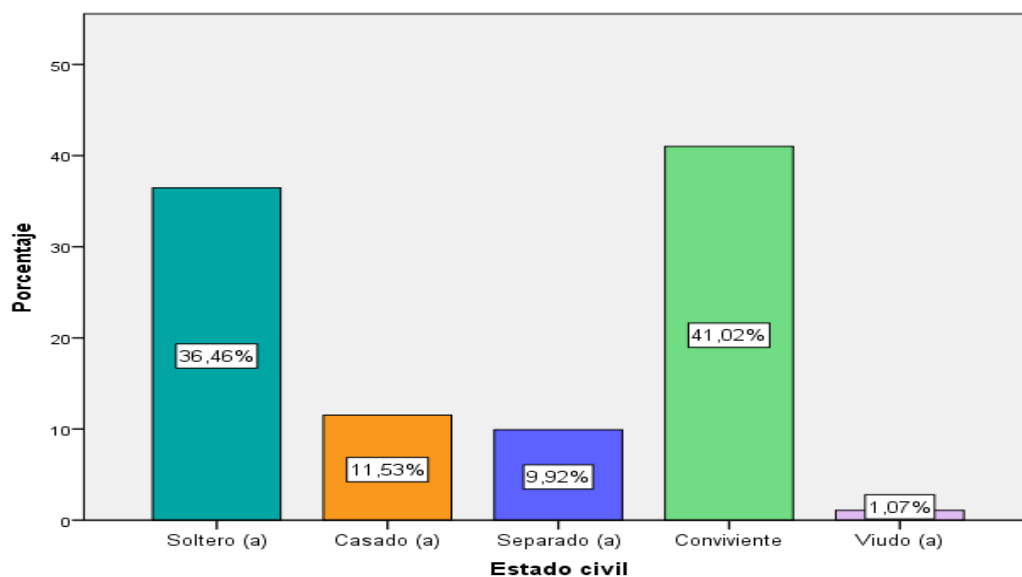
**Tabla 21**

*Datos del encuestado: Estado civil del distrito Alto de la Alianza*

<b>Estado civil</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Soltero (a)	136	36,46
Casado (a)	43	11,53
Separado (a)	37	9,92
Conviviente	153	41,02
Viudo (a)	4	1,07
Total	373	100,00

**Figura 30**

*Datos del encuestado: Estado civil para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 30 se observa los datos del encuestado, la mayoría de la población presentó un 41,02 % con la categoría de “conviviente”, seguido del estado civil “soltero (a)” con un 36,46 %, la categoría “casado (a)” presentó un 11,53 % del resto de la población, la categoría “separado (a)” presentó un 9,92 % y la menor población presentó un 1,07 % con la categoría de “viudo (a)”.

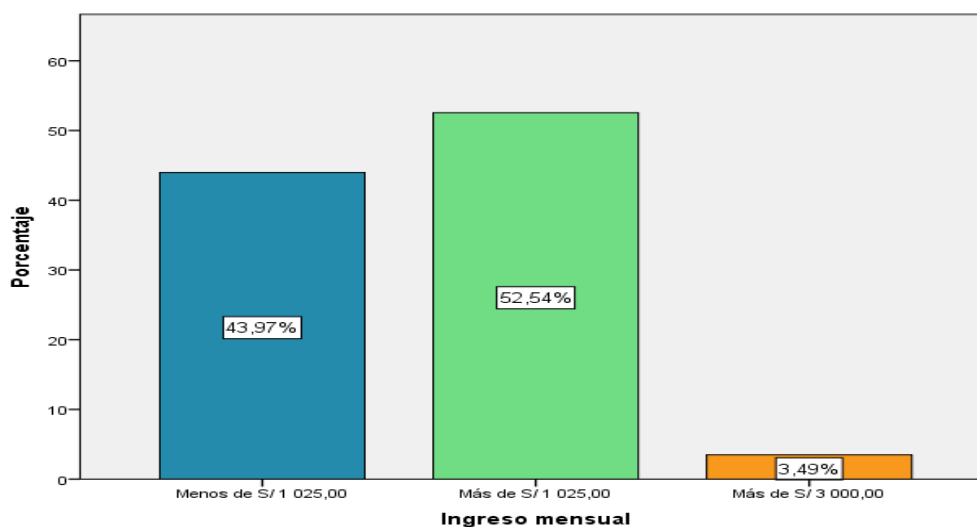
**Tabla 22**

*Datos del encuestado: Ingreso mensual del distrito Alto de la Alianza*

Ingreso mensual	Frecuencia	Porcentaje
Menos de S/ 1 025,00	164	43,97
Más de S/ 1 025,00	196	52,54
Más de S/ 3 000,00	13	3,49
Total	373	100,00

**Figura 31**

*Datos del encuestado: Ingreso mensual para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 31 se observa el ingreso mensual para los habitantes del distrito Alto de la Alianza, el ingreso mensual “más de S/ 1 025,00” tuvo el mayor porcentaje de la población con un 52,54 %, seguido del ingreso mensual “menos de S/ 1 025,00” con un porcentaje de 43,97 % y por último la población con un ingreso mensual de “más de S/ 3 000,00 con un 3,49 %.

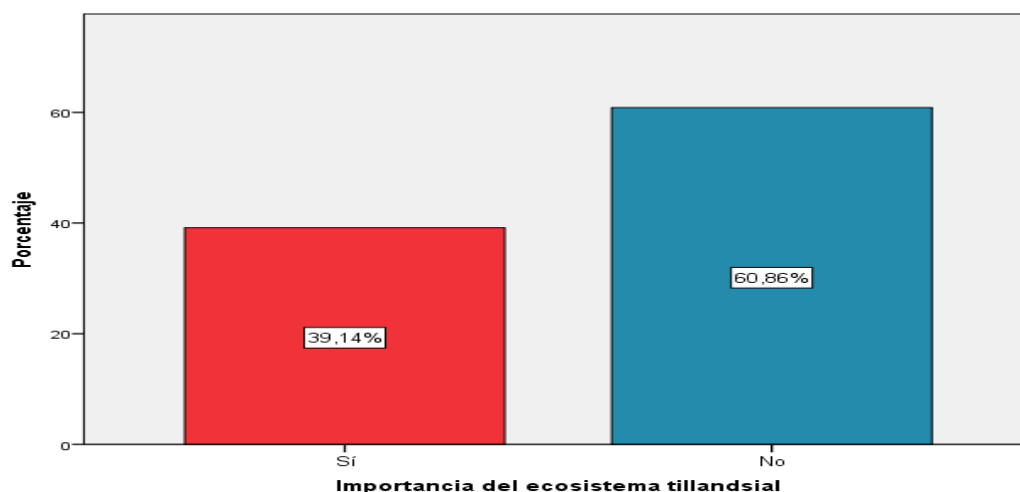
**Tabla 23**

*Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza*

<b>Importancia del ecosistema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	146	39,14
No	227	60,86
Total	373	100,00

**Figura 32**

*Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 32 se observa que los habitantes del distrito Alto de la Alianza consideran que no es importante el ecosistema tillandsial en un 60,86 % a diferencia de los que sí consideran importante, teniendo un porcentaje de 39,14 %.

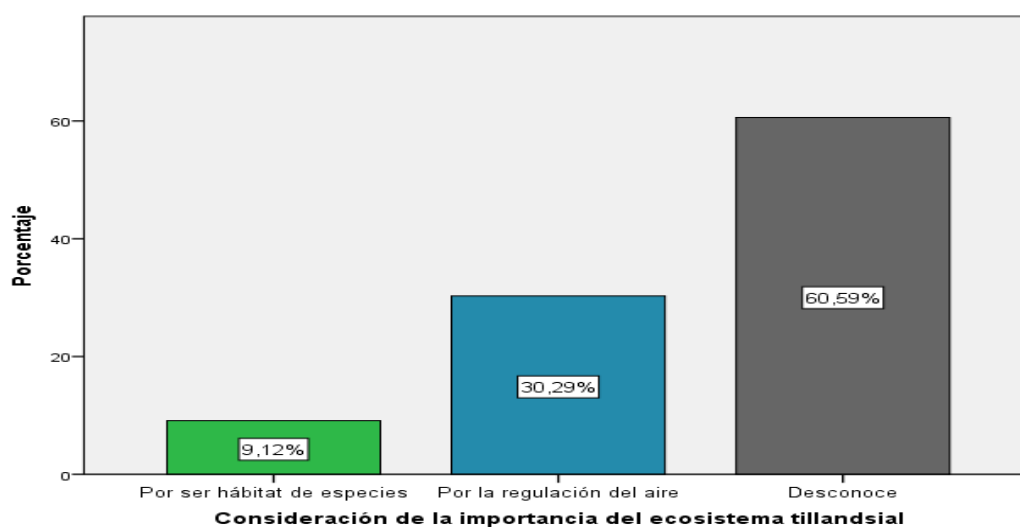
**Tabla 24**

*Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza*

<b>Causa de la importancia del ecosistema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Por ser hábitat de especies	34	9,12
Por la regulación del aire	113	30,29
Desconoce	226	60,59
Total	373	100,00

**Figura 33**

*Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 33 se puede observar que la mayoría de la población desconoció sobre la importancia del ecosistema tillandsial en un 60,59 %, el 30,29% de la población de a conocer que la función principal del ecosistema tillandsial es por la regulación del aire y el 9,12 % dio a conocer que el ecosistema tillandsial es importante por ser hábitat de especies.

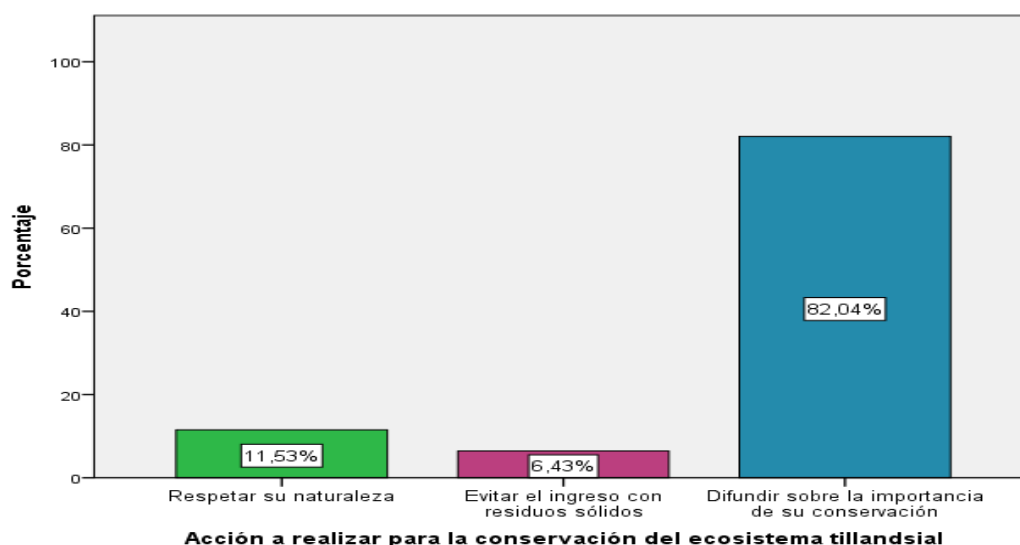
**Tabla 25**

*Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación del distrito Alto de la Alianza*

<b>Acción para la conservación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Respetar su naturaleza	43	11,53
Evitar el ingreso con residuos sólidos	24	6,43
Difundir sobre la importancia de su conservación	306	82,04
Total	373	100,00

**Figura 34**

*Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 34 se observa que la mayoría de la población encuestada con un 82,04 % dio a conocer que lo que se debe prevalecer es la acción de difundir sobre la importancia de su conservación, seguido de la acción de respetar su naturaleza con un 11,53 % y por último con la acción de evitar el ingreso al ecosistema tillandsial con residuos sólidos con un 6,43 %.

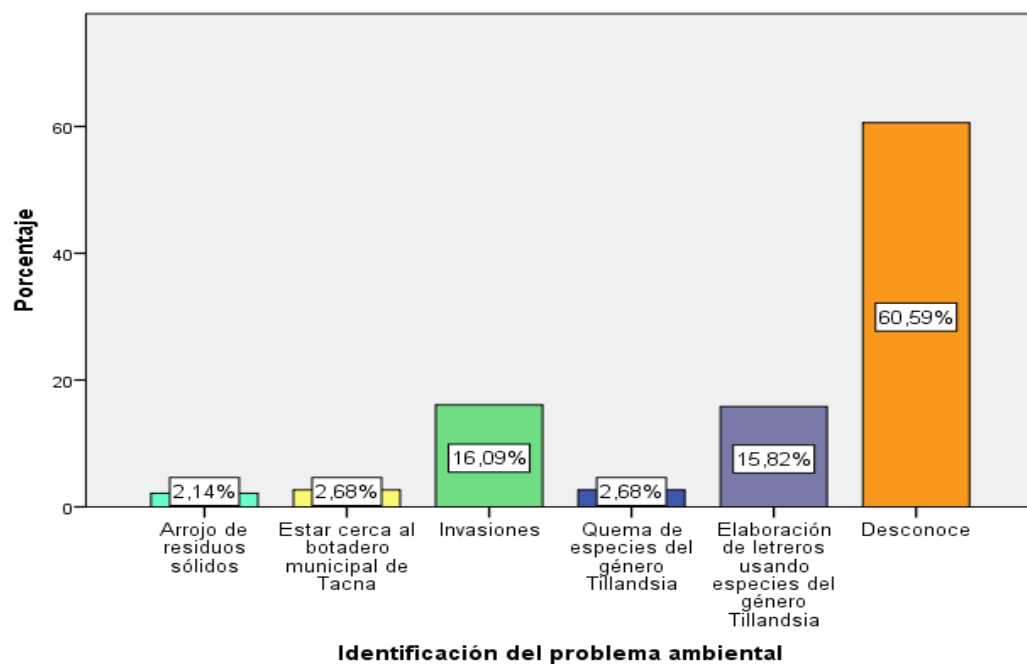
**Tabla 26**

*Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza*

<b>Problema ambiental</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Arrojo de residuos sólidos	8	2,14
Estar cerca al botadero municipal de Tacna	10	2,68
Invasiones	60	16,09
Quema de especies del género <i>Tillandsia</i>	10	2,68
Elaboración de letreros usando especies del género <i>Tillandsia</i>	59	15,82
Desconoce	225	60,59
Total	373	100,0

**Figura 35**

*Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 35 la mayoría de la población encuestada del distrito Alto de la Alianza dio a conocer que la mayoría de la población desconoce el problema principal del ecosistema tillandsial en un 60,59 %, el 16,09 % reconoció que el problema principal son las invasiones, seguido de la elaboración de letreros usando especies del género *Tillandsia* en un 15,82 %, el 2,68 % reconoció que un problema que aqueja este ecosistema es por estar cerca al botadero municipal de Tacna y por la quema de especies del género *Tillandsia* y por último por el arrojo de residuos sólidos en la zona en un 2,14 %.

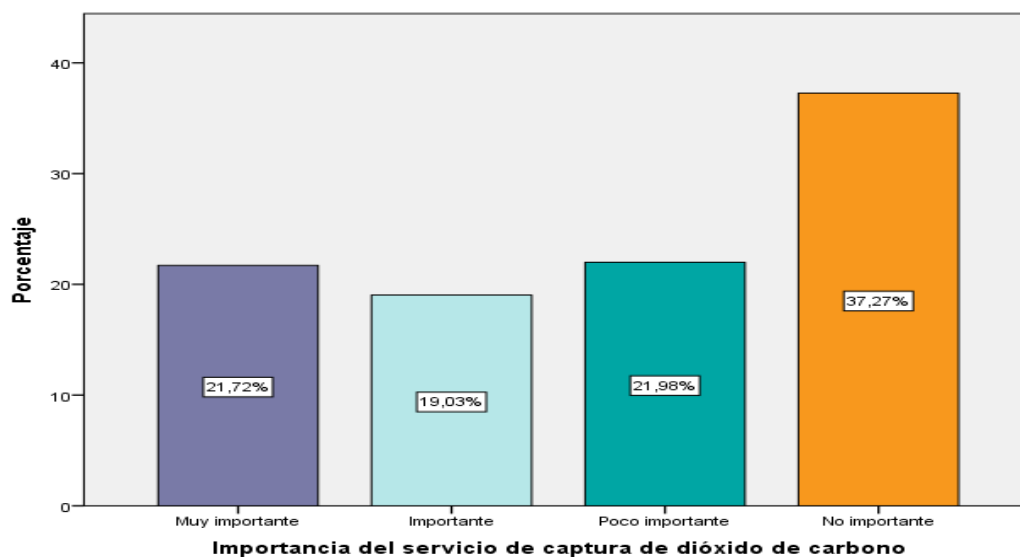
**Tabla 27**

*Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza*

Importancia de la captura de CO <sub>2</sub>	Frecuencia	Porcentaje
Muy importante	81	21,72
Importante	71	19,03
Poco importante	82	21,98
No importante	139	37,27
Total	373	100,00

**Figura 36**

*Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 36 se observa que los habitantes encuestados del distrito Alto de la Alianza consideraron no importante el servicio ambiental de la captura

de dióxido de carbono por el ecosistema tillandsial en un 37,27 %, el 21,98 % consideró poco importante, el 21,72 % lo consideró muy importante y el 19,03 % lo considera importante.

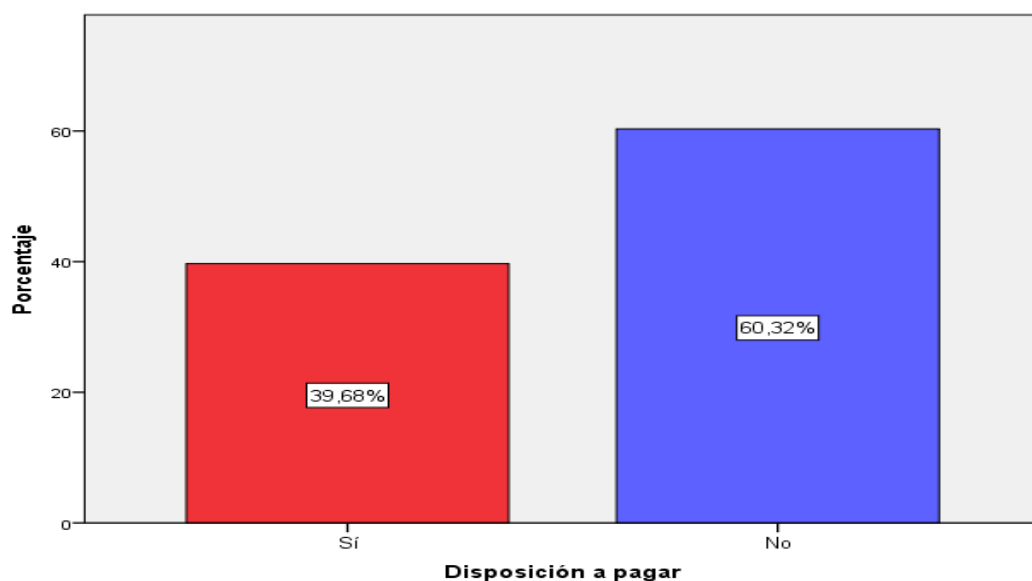
**Tabla 28**

*Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza*

<b>Disposición a pagar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	148	39,68
No	225	60,32
Total	373	100,00

**Figura 37**

*Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 37, el 60,32 % consideró que no estarían dispuestos a pagar por el servicio de captura de dióxido de carbono, mientras que el 39,68 % consideró que sí estarían dispuestos a pagar por el servicio de captura de dióxido de carbono y por ende en la conservación del ecosistema tillandsial.

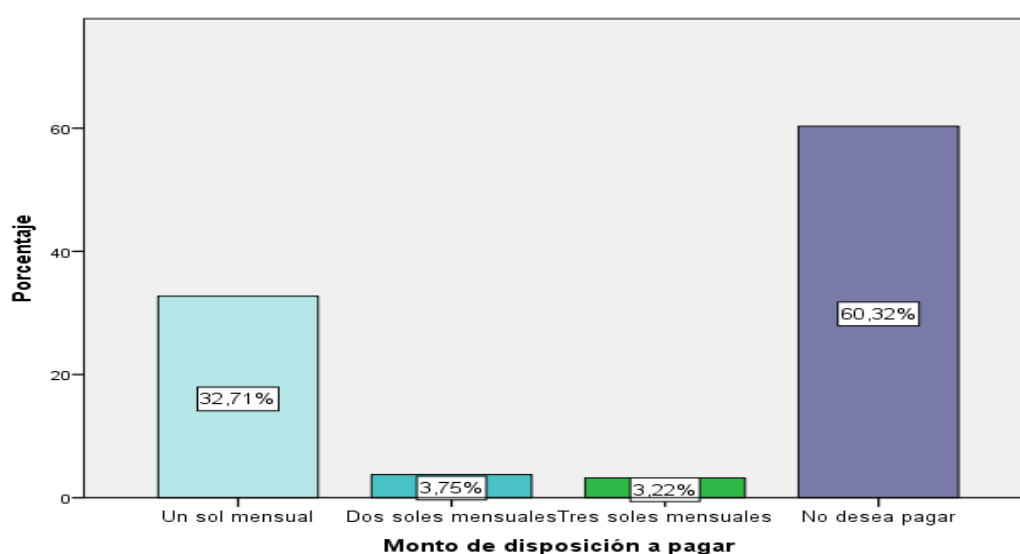
**Tabla 29**

*Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar para el distrito Alto de la Alianza*

<b>Monto de disposición a pagar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Un sol mensual	122	32,71
Dos soles mensuales	14	3,75
Tres soles mensuales	12	3,22
No desea pagar	225	60,32
Total	373	100,00

**Figura 38**

*Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar para el distrito Alto de la Alianza*



En la Figura 38 se puede observar que el 60,32 % no está dispuesto a pagar, la mayor proporción en la que sí estuvieron dispuestos a pagar es por el monto de un sol mensual con un 32,71 % para el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono, el 3,75 % estuvieron dispuestos a pagar dos soles mensuales, el 3,22 % estuvieron dispuestos a pagar tres soles mensuales en beneficio del ecosistema tillandsial.

c) Resultados de la valoración económica mediante la metodología de disposición a pagar distrito de Ciudad Nueva

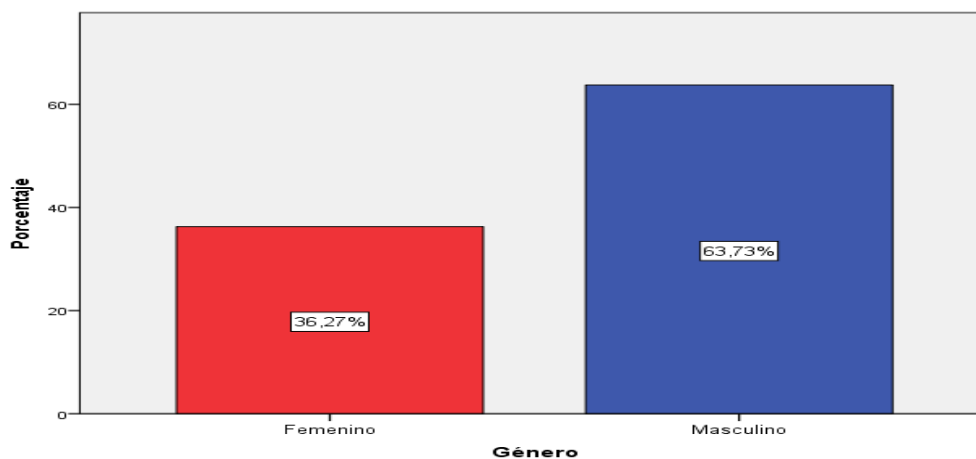
**Tabla 30**

*Datos del encuestado: Género del distrito Ciudad Nueva*

<b>Género</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Femenino	136	36,27
Masculino	239	63,73
Total	375	100,00

**Figura 39**

*Datos del encuestado: Género del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 39 se observa que el género predominante fue el masculino con un porcentaje de 63,73 % prosiguiendo con el género femenino con un porcentaje de 36,27 % para el distrito Ciudad Nueva.

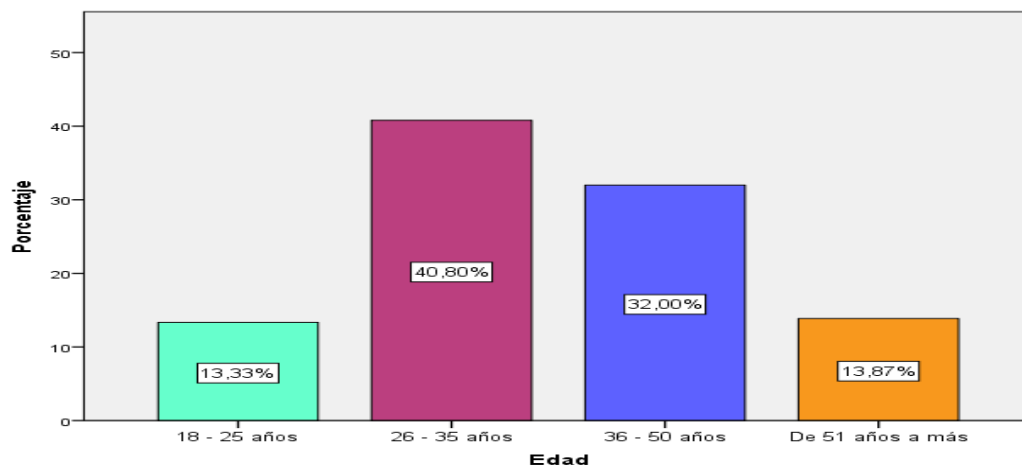
**Tabla 31**

*Datos del encuestado: Edad del distrito Ciudad Nueva*

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
18 - 25 años	50	13,33
26 - 35 años	153	40,80
36 - 50 años	120	32,00
De 51 años a más	52	13,87
Total	375	100,00

**Figura 40**

*Datos del encuestado: Edad del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 40 se observa que la población que se encuentra en el rango de edad de 18 a 25 años representa el 13,33 %, el intervalo de 26 a 35 años representa un 40,80 % de la población, siendo el grupo predominante, seguido del intervalo de 36 a 50 años con un 32,00 % y por último la

población en el rango de 51 años a más representa al 13,87 %, la mayor parte de la población se encontró en el rango de edad de 26 a 35 años seguido por el rango de 36 a 50 años.

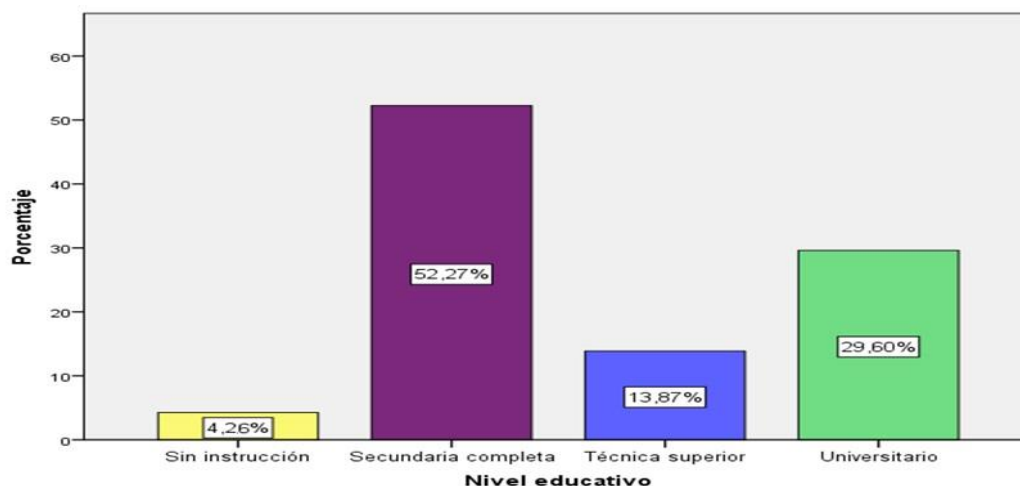
**Tabla 32**

*Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Ciudad Nueva*

<b>Nivel educativo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sin instrucción	16	4,26
Secundaria completa	196	52,27
Técnica superior	52	13,87
Universitario	111	29,60
Total	375	100,00

**Figura 41**

*Datos del encuestado: Nivel educativo del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 41 se observa que el mayor porcentaje fue de 57,27 % con el nivel educativo de secundaria completa, seguido del nivel universitario con

un 29,60 %, el nivel educativo técnica superior tuvo un 13,87 % y la menor población encuestada fue sin instrucción con un 4,26 %.

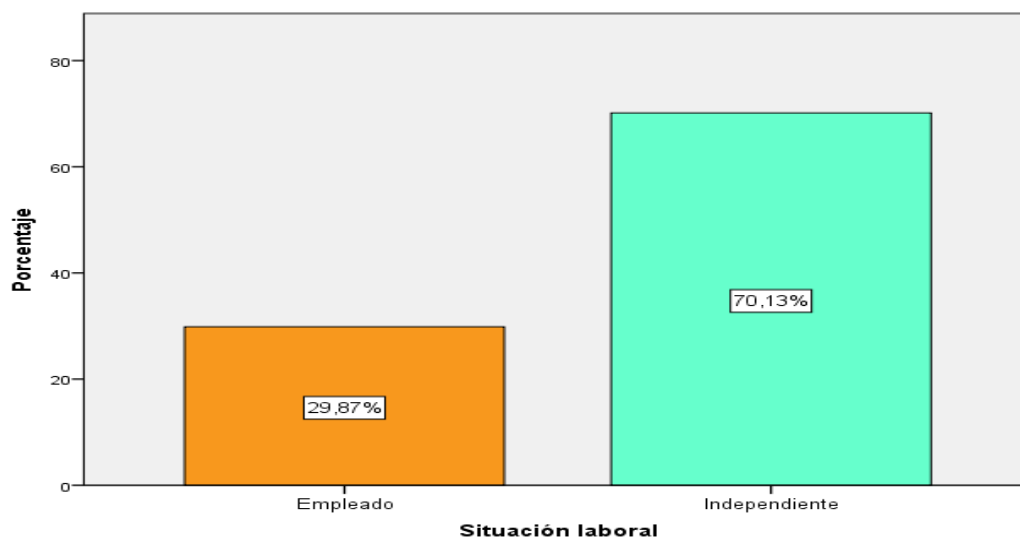
**Tabla 33**

*Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Ciudad Nueva*

<b>Situación laboral</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Empleado	112	29,87
Independiente	263	70,13
Total	375	100,00

**Figura 42**

*Datos del encuestado: Situación laboral del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 42 se observa la situación laboral de los encuestados del distrito Ciudad Nueva, la mayor parte de la población fue independiente con un 70,13 % y la menor población encuestada presentó una situación laboral de empleado con un 29,87 %.

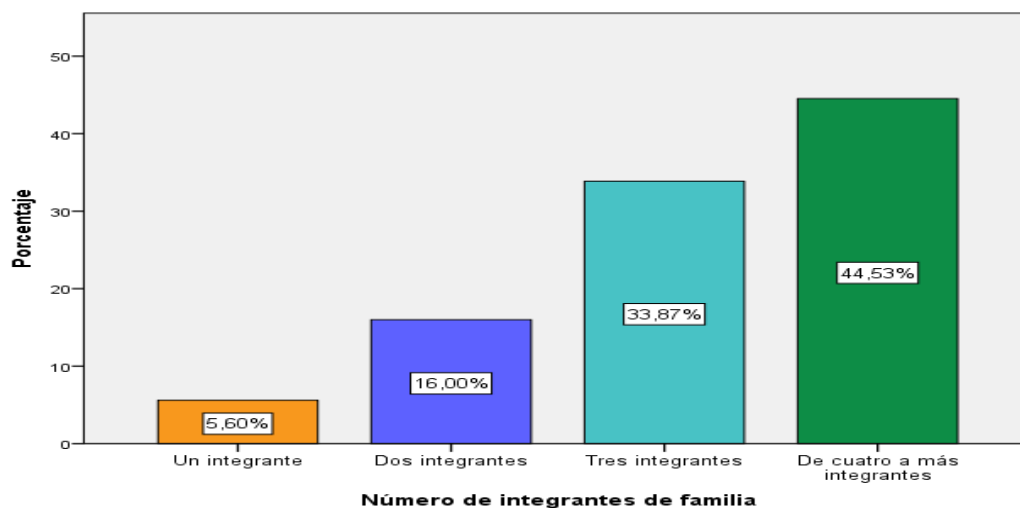
**Tabla 34**

*Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Ciudad Nueva*

<b>Número de integrantes de familia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Un integrante	21	5,60
Dos integrantes	60	16,00
Tres integrantes	127	33,87
De cuatro a más integrantes	167	44,53
Total	375	100,00

**Figura 43**

*Datos del encuestado: Número de integrantes de familia del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 43 se observa el número de integrantes de familia, el mayor porcentaje fue de 45,53 % con la categoría de cuatro a más integrantes, seguido tres integrantes con un 33,87 %, la menor población se encontró

en la categoría de dos integrantes con un 16,00 % y por último la categoría de un integrante con un 5,60 %.

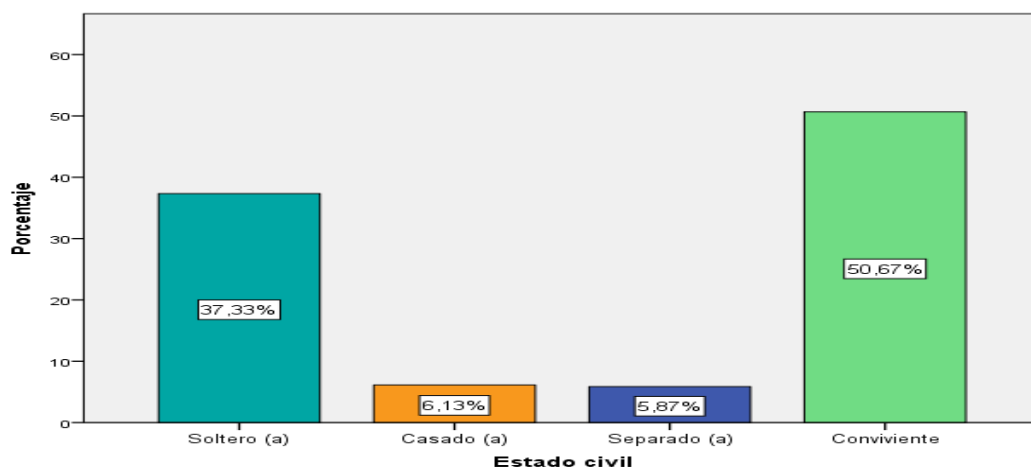
**Tabla 35**

*Datos del encuestado: Estado civil del distrito Ciudad Nueva*

<b>Estado civil</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Soltero (a)	140	37,33
Casado (a)	23	6,13
Separado (a)	22	5,87
Conviviente	190	50,67
Total	375	100,00

**Figura 44**

*Datos del encuestado: Estado civil del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 44 se observa que la mayoría de la población con un 50,67 % se encontró en la categoría de “conviviente”, seguido del estado civil “soltero (a)” con un 37,33 %, la categoría “casado (a)” presentó un 6,13 % del resto de la población y la categoría “separado (a)” presentó un 5,87 %.

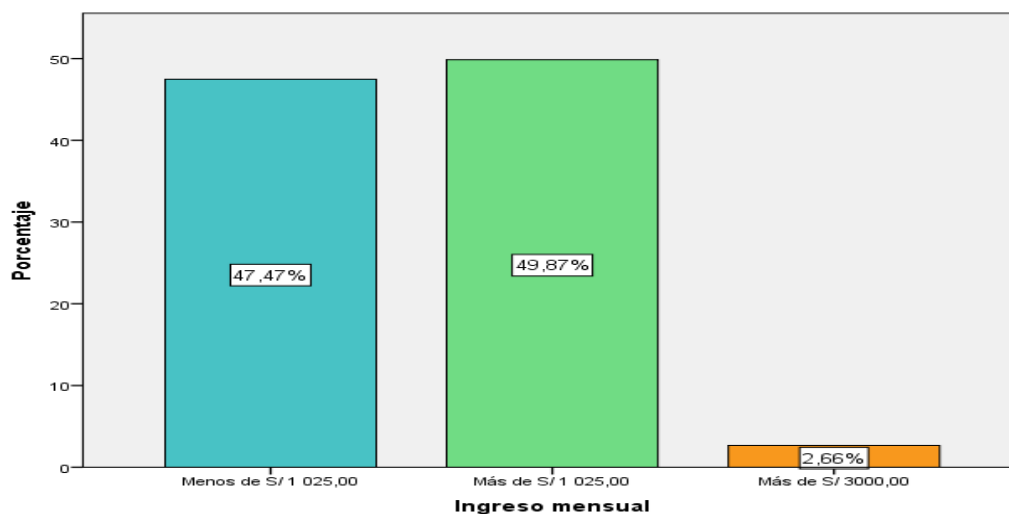
**Tabla 36**

*Datos del encuestado: Ingreso mensual del distrito Ciudad Nueva*

<b>Ingreso mensual</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Menos de S/ 1 025,00	178	47,47
Más de S/ 1 025,00	187	49,87
Más de S/ 3 000,00	10	2,66
Total	375	100,00

**Figura 45**

*Datos del encuestado: Ingreso mensual del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 45 se observa el ingreso mensual para los habitantes del distrito Ciudad Nueva, el ingreso mensual “más de S/ 1 025,00” tuvo el mayor porcentaje de la población con un 49,87 %, seguido del ingreso mensual “menos de S/ 1 025,00” con un porcentaje de 47,47 % y por último la población con un ingreso mensual de “más de S/ 3 000,00 con un 2,66 %.

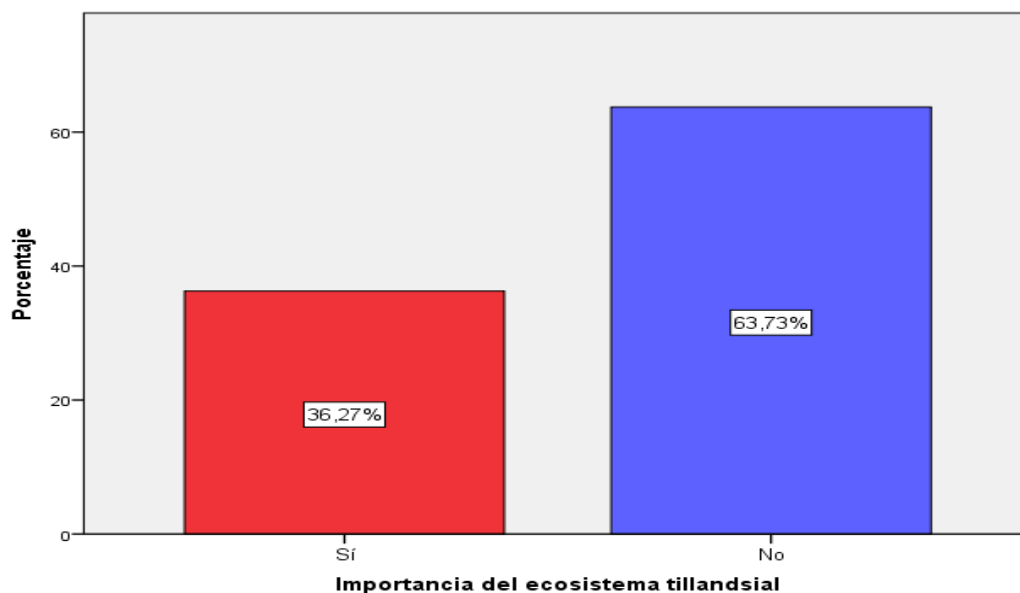
**Tabla 37**

*Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva*

<b>Importancia del ecosistema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	136	36,27
No	239	63,73
Total	375	100,00

**Figura 46**

*Situación ambiental: Importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 46 se observa que los habitantes del distrito Ciudad Nueva no consideraron importante el ecosistema tillandsial con un 63,73 %, el 36,27% sí consideraron importante el ecosistema tillandsial a pesar de tener un bajo reconocimiento.

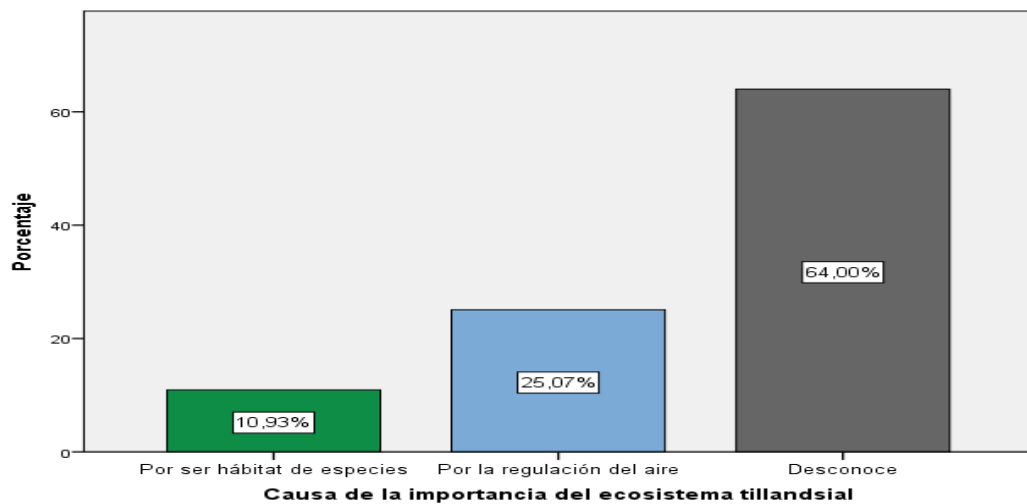
**Tabla 38**

*Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva*

<b>Consideración del ecosistema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Por ser hábitat de especies	41	10,93
Por la regulación del aire	94	25,07
Desconoce	240	64,00
Total	375	100,00

**Figura 47**

*Situación ambiental: Causa de la importancia del ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 47 se puede observar que la mayoría de la población desconoció acerca de la función principal del ecosistema tillandsial con un 64,00 %, mientras que un 25,07 % dio a conocer que la función principal del ecosistema tillandsial fue por la regulación del aire y por último con un 10,93 % el ecosistema tillandsial es importante por ser hábitat de especies.

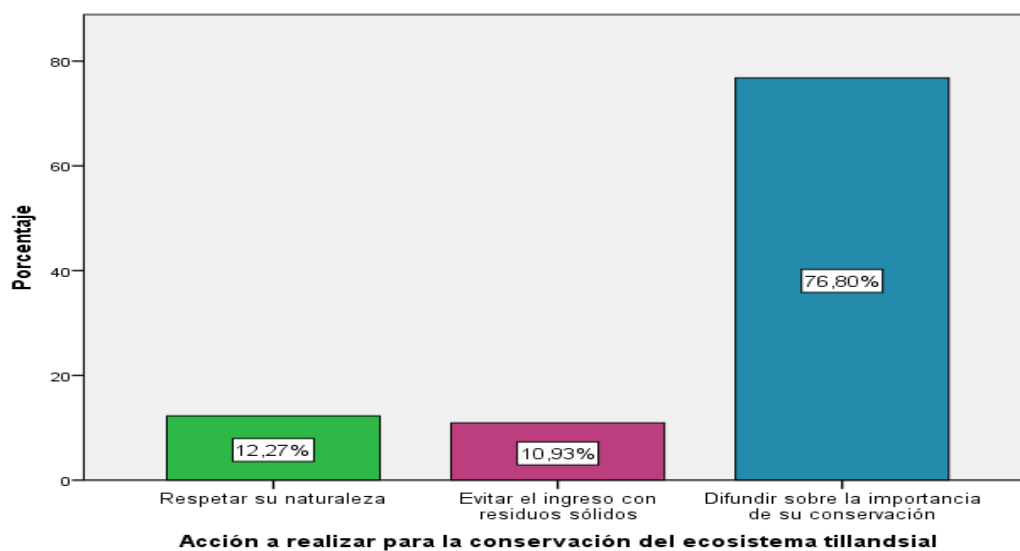
**Tabla 39**

*Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación del distrito Ciudad Nueva*

<b>Acción para la conservación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Respetar su naturaleza	62	16,53
Evitar el ingreso con residuos sólidos	49	13,07
Difundir sobre la importancia de su conservación	264	70,40
Total	375	100,00

**Figura 48**

*Situación ambiental: Acción a realizar para fomentar la conservación del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 48 se observa que la mayoría de la población encuestada con un 76,80 % dio a conocer que lo que debe prevalecer la acción de difundir sobre la importancia de su conservación, seguido de la acción de respetar

su naturaleza con un 12,27 % y por último con la acción de evitar el ingreso al ecosistema tillandsial con residuos sólidos con un 10,93 %.

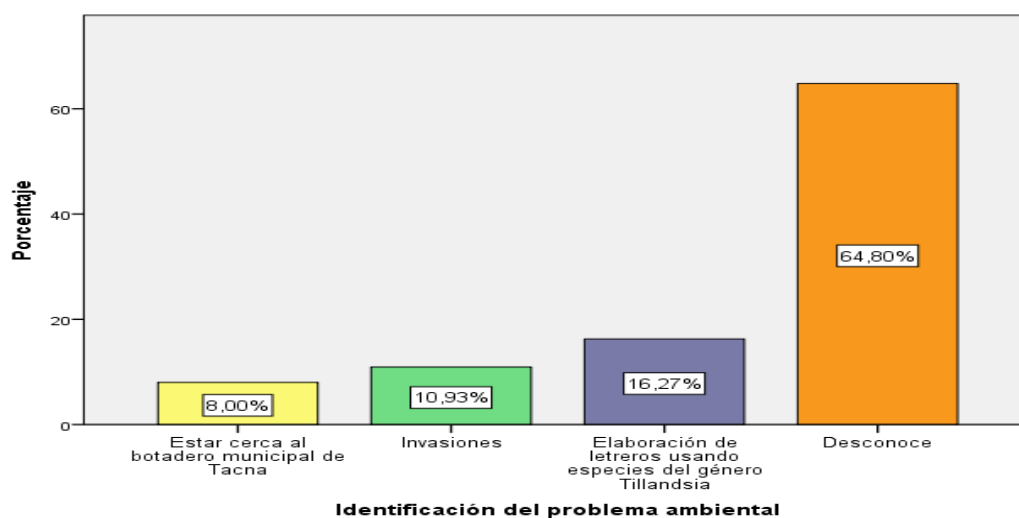
**Tabla 40**

*Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva*

<b>Problema ambiental</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Estar cerca al botadero municipal de Tacna	30	8,00
Invasiones	41	10,93
Elaboración de letreros usando especies del género <i>Tillandsia</i>	61	16,27
Desconoce	243	64,80
Total	375	100,00

**Figura 49**

*Situación ambiental: Identificación del problema ambiental que afecte al ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 49 la mayoría de la población encuestada del distrito Ciudad Nueva desconoce sobre el problema ambiental del ecosistema tillandsial en un 64,80%, el 16,27% dio a conocer sobre el problema de la elaboración de letreros usando especies del género *Tillandsia*, el siguiente problema que los habitantes encuestados identificaron fueron las invasiones en un 10,93 % y por último en un 8,00 % el ecosistema tillandsial se encuentra ubicado cerca al botadero municipal de Tacna.

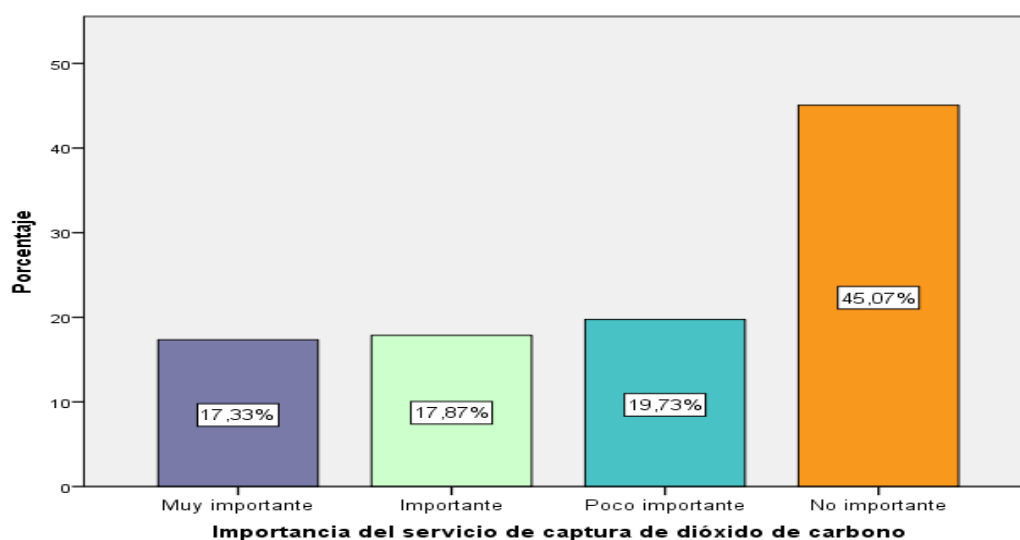
**Tabla 41**

*Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva*

<b>Importancia de la captura de CO<sub>2</sub></b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy importante	65	17,33
Importante	67	17,87
Poco importante	74	19,73
No importante	169	45,07
Total	375	100,00

**Figura 50**

*Valoración ambiental: Importancia del servicio de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 50 se observa que los habitantes encuestados del distrito Ciudad Nueva consideraron no importante el servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono por el ecosistema tillandsial en un 45,07%, el 19,73 % consideraron poco importante, el 17,87 % consideró importante y el 17,87 % lo consideró muy importante.

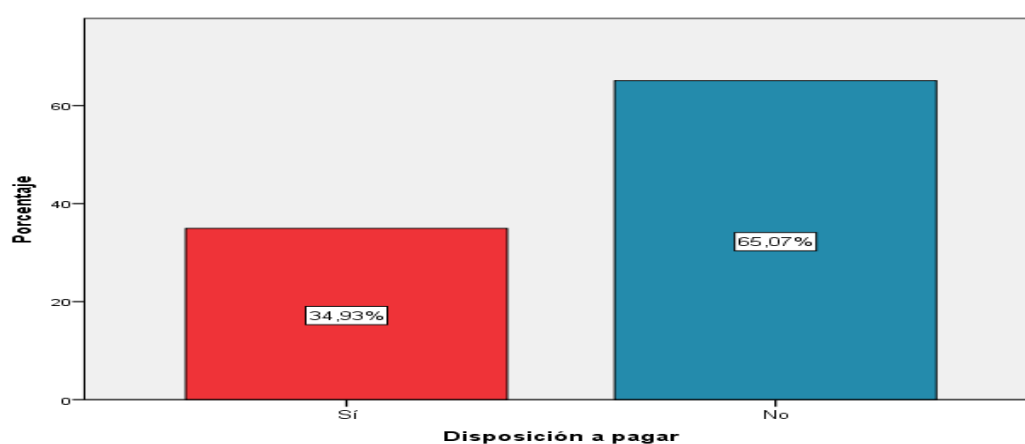
**Tabla 42**

*Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva*

Disposición a pagar	Frecuencia	Porcentaje
Sí	131	34,93
No	244	65,07
Total	375	100,00

**Figura 51**

*Valoración ambiental: Disposición a pagar por el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 51, el 65,07 % consideraron que no estarían dispuestos a pagar la capacidad para capturar dióxido de carbono, mientras que el 34,93 % consideraron que sí estarían dispuestos a pagar por la conservación del tillandsial y su capacidad para capturar dióxido de carbono.

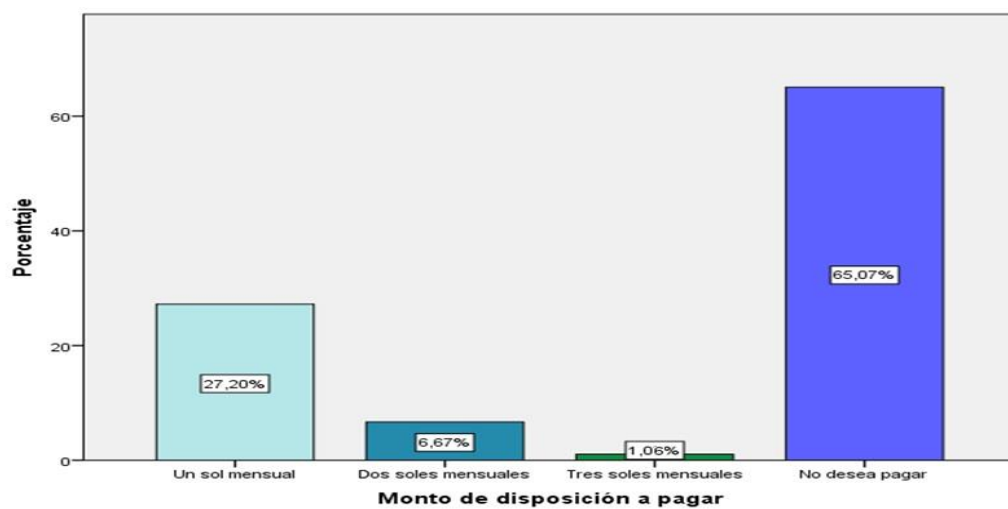
**Tabla 43**

*Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar del distrito Ciudad Nueva*

Monto de disposición a pagar	Frecuencia	Porcentaje
Un sol mensual	102	27,20
Dos soles mensuales	25	6,67
Tres soles mensuales	4	1,06
No desea pagar	244	65,07
Total	375	100,00

**Figura 52**

*Valoración ambiental: Monto en soles para la disposición a pagar del distrito Ciudad Nueva*



En la Figura 52 se puede observar que el 65,07 % no están dispuestos a pagar, la mayor proporción en la que sí están dispuestos a pagar es por el monto de un sol mensual con un 27,20 % para el servicio ambiental de captura de dióxido de carbono, el 6,67 % están dispuestos a pagar dos soles mensuales, el 1,06 % están dispuestos a pagar tres soles mensuales en beneficio del ecosistema tillandsial.

## 5.2 Discusión de resultados

El ecosistema tillandsial es principalmente monogenérico, debido a que el género predominante *Tillandsia* prevalece en su mayor parte en esta vegetación, éstas se pueden encontrar en las zonas costeras de Chile y Perú (Arévalo y Aponte, 2020).

Estos ecosistemas son permanentes y sobreviven gracias a la neblina, ya que están morfológica y fisiológicamente adaptados para sobrevivir en condiciones extremadamente áridas, los tillandsiales se multiplican fácilmente por vía vegetativa, su crecimiento es apical y en sentido contrario a la dirección del viento, acomodándose las hojas para recoger la humedad atmosférica que la brisa trae (Benzing, 2000).

Estas formaciones vegetales obtienen toda su humedad de la neblina a través de hojas escamosas especializadas y utilizan un metabolismo ácido de las crasuláceas, como una adaptación fisiológica al medioambiente árido (Rundel et al., 1997) en este proceso metabólico las estomas permanecen abiertos en la noche y cerrados durante la mayor parte del día, resultando de esta manera en una pérdida mínima de agua y fotorrespiración reducida (Geydan y Melgarejo, 2005).

La mayoría de las especies de tillandsias que habitan en desiertos poseen hojas relativamente estrechas cubiertas de tricomas absorbentes de agua

en la superficie (Rundel y Dillon, 1998) los tricomas de las tillandsias tienen la capacidad de sustituir las funciones absorbentes de las raíces y cumplir otras tareas, como la fotoprotección frente a la radiación solar (Benzing, 2000), esta característica ha permitido que desarrollen una notable plasticidad adaptativa, lo que les facilita sobrevivir en hábitats tan variados como zonas áridas y semi áridas (Stefano et al., 2008).

Las tillandsias también ofrecen diversos servicios ecosistémicos, entre los que destacan la captura de CO<sub>2</sub>, la producción de oxígeno y la creación de microclimas. Además, protegen el suelo, ofrecen cobertura vegetal, regulan el ambiente y sirven de hábitat para especies de fauna silvestre. Su presencia no solo embellece el paisaje, sino que también tiene un valor comercial y ecoturístico (Lazo, 2011).

En el departamento de Tacna se registró la presencia de 4 especies del género *Tillandsia* como *T. werdermannii*, *T. purpurea*, *T. capillaris* y *T. landbeckii*, considerado el ecosistema más extenso del sur del Perú (Paucá et al., 2020) distribuidos en los distritos de Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Pocollay, Calana, Pachía, Miculla, Inclán, Locumba (Chino, 2019).

El calentamiento global y los subsecuentes cambios en el clima actual se deben a la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI) como los gases de efecto invernadero de larga vida (GEILV) el

dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), son químicamente estables y persisten en la atmósfera durante escalas de tiempo y los gases de corta vida como el dióxido de azufre y el monóxido de carbono, como también los clorofluorocarbonos (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2007). Entre los principales GEI, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante.

El  $\text{CO}_2$  es el gas de efecto invernadero más importante debido a su acelerado aumento desde la revolución industrial hasta nuestros días, además de su liberación por causas naturales, el  $\text{CO}_2$  es producido por la quema de combustibles, por la deforestación y degradación de bosques, por la producción de agroquímicos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014). Según las estimaciones más recientes las emisiones de gases de efecto invernadero, las emisiones mundiales de GEI aumentaron un 1,2 % entre 2021 y 2022 hasta alcanzar un nuevo récord de 57,4 Gt  $\text{CO}_2\text{eq}$  (Environment, 2023) por lo tanto es de suma importancia determinar nuevas acciones para poder conservar los ecosistemas como sumideros de carbono.

Las especies vegetales utilizan  $\text{CO}_2$  y liberan  $\text{O}_2$  durante el proceso de la fotosíntesis, pueden almacenar componentes de carbono en sus

estructuras vegetales por periodos largos, por lo cual son considerados reservas naturales del carbono. La capacidad de almacenar carbono depende de la edad de las plantas, tamaño de los mismos, así como de su densidad poblacional, cuyos ecosistemas ayudan a capturar el CO<sub>2</sub>, comportándose como sumideros naturales del carbono (Zavala, 2021).

A nivel nacional se registraron dos trabajos de investigación referidas al almacenamiento de carbono en los tillandsiales mediante la metodología de análisis de laboratorio, según (Arevalo, 2018), la estimación de carbono almacenado en el tillandsial Piedra Campana en la ciudad de Lima fue de 28,29 t C, con una captura de 106,03 toneladas de CO<sub>2</sub> y para la especie *Tillandsia latifolia* fue de 1,1 t C/ha y según Arévalo y Aponte (2020) el almacenamiento de carbono en el tillandsial Piedra Campana de Lima fue de 94,1 t C, con una captura de 353,816 t de CO<sub>2</sub>, se reportó que la especie *Tillandsia latifolia* presentó un almacenamiento de 3,63 t C/ha.

A nivel local se registraron dos trabajos de investigación referidas al almacenamiento de carbono en los tillandsiales, según (Chino, 2019) el tillandsial ubicado en el Cerro Intiorko de la provincia de Tacna tuvo un almacenamiento de 61 250,21 t C y una captura de 224 788,28 t CO<sub>2</sub>, la especie con mayor almacenamiento fue *Tillandsia werdermannii* con 2,55 t C/ha, seguido de *Tillandsia purpurea* con 0,19 t C/ha y por último la especie

*Tillandsia Landbeckii* con 0,01 t C/ha, otra investigación fue de Toledo (2020), reportó que el ecosistema tillandsial ubicado en las Lomas Arrojadero entre los distritos de Inclán y Locumba en Tacna, tuvo un almacenamiento de 25,15 t C, con una captura de 92,30 t CO<sub>2</sub>, la especie con mayor almacenamiento fue la especie *Tillandsia werdermannii* con 1,78 t C/ha, seguido de la especie *Tillandsia purpurea* con un almacenamiento de 1,66 t C/ha.

Mediante la metodología de captura de CO<sub>2</sub> con ecuaciones alométricas, en la investigación realizada por Zavala (2022) en dos especies de árboles en la Avenida los Próceres y la Cultura de la provincia de Azángaro, ciudad de Juliaca, la especie *Pinnus radiata* presentó una captura de 79 274,3 kg CO<sub>2</sub> y la especies *Cupressus macrocarpa* con 40 111,3 kg de CO<sub>2</sub>, un humedal lacustre de la Reserva Nacional del Titicaca, el valor final fue de 286,31 kg CO<sub>2</sub>/año, otro ecosistema fue el humedal tragadero ubicado en Junín realizado por (Chang y Mandarachi, 2021) cuya captura fue de 4 095 t CO<sub>2</sub>/ha.

En la ciudad de Tacna se realizó una investigación sobre el bosque *Polylepis* y su eficiencia en la captura de CO<sub>2</sub> en la provincia de Tarata, departamento de Tacna, cuya captura fue de 31 387,6 t CO<sub>2</sub>/ha/año (Morales, 2015), como también se reportó una investigación realizada en las plantaciones de Olivo, *Olea europea*, en el distrito de Tacna, cuya

captura fue de 1 031 364,30 t CO<sub>2</sub> (Tito, 2012), por otro lado Rabanal (2022) en su investigación “Evaluación comparativa de la captura de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> en las áreas verdes de la urbanización Para Chico y sector Valle Viejo, Tacna, 2021” determinó que había una captura 286,31 kg CO<sub>2</sub>/año en el área rural y 2 350,62 kg CO<sub>2</sub>/año en el área urbana.

La metodología que se empleó en este trabajo de investigación para la captura de CO<sub>2</sub>, fue mediante el uso del equipo IRGA EGM-5, cuyos resultados fueron que en el tillandsial ubicado en el distrito Alto de la Alianza fue de 0,03 t CO<sub>2</sub>/h proyectado a 250,75 t CO<sub>2</sub>/año a diferencia del distrito de Ciudad Nueva con 0,09 t CO<sub>2</sub>/h proyectado a 750,13 t CO<sub>2</sub>/año, esto se debe a que el distrito de Ciudad Nueva presentó mayor cobertura con un 19,91 % a diferencia del distrito Alto de la Alianza con una cobertura de 12,37 %, excluyendo la parte no fotosintética y espacios vacíos de las zonas que se evaluó. En el distrito Alto de la Alianza el promedio de captura de CO<sub>2</sub> fue de 0,05 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h y en Ciudad Nueva fue de 0,12 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h.

Estos fueron comparados en investigaciones realizadas como “Flujos de dióxido de carbono y metano en turberas de montaña pastoreadas y no perturbadas en los Andes ecuatorianos” presentó una captura de 0,69 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h en el sitio pastoreado y 1,25 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h en el sitio no perturbado (Sánchez et al., 2017), la investigación realizada en las turberas de montaña en la Cordillera Blanca del Perú, usando el IRGA EGM-4, la

captura de CO<sub>2</sub> de la especie *Distichia* fue de 4,5 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*día y la especie *Oreobolus* presentó una captura de 2,5 g CO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>\*h (Planas-Clarke et al., 2020).

En la investigación “Eficacia del bloqueo de acequias para restaurar los procesos hidrológicos y edáficos en turberas de montaña” en Colorado, Estados Unidos, la restauración benefició a los flujos de CO<sub>2</sub>, ya que el intercambio neto medio del ecosistema fue mayor en las zonas restauradas con una captura de 2,19 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h en comparación con las zonas drenadas no restauradas con una captura de 1,28 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h (Schimelpfenig et al., 2013), por lo tanto las especies del género *Tillandsia* presentaron valores más bajos que una turbera, con un valor de 0,18 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h en la especie *Tillandsia purpurea*, seguido de una captura de 0,15 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h en la *Tillandsia landbeckii* y con una captura de 0,11 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*h para la *Tillandsia werdermannii*, esto es debido a que las tillandsias poseen un metabolismo fotosintético más lento, ya que emplean más energía para sintetizar azúcares, e incorporar el CO<sub>2</sub> atmosférico que las de metabolismo C<sub>4</sub> y C<sub>3</sub>. Sin embargo, las pérdidas de agua por evapotranspiraciones son sumamente baja (González y Chueca, 2010).

Aplicando los métodos de valoración económica del servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna, mediante la aplicación

de precios de mercado a nivel nacional, el valor estimado por tonelada de CO<sub>2</sub> fue de USD 7,17, Resolución Directoral N° 0009-2023-EF/63,01 (2023), por lo que en el tillandsial del distrito Alto de la Alianza presentó una valoración anual de \$ 1 797,88, mientras que el tillandsial ubicado en el distrito Ciudad nueva presenta una valoración anual de \$ 5 378,43, a diferencia el valor en el mercado internacional el precio para una tonelada de dióxido de carbono fue de € 64,32 en base al sistema de negociación europeo de CO<sub>2</sub> (SendeCO<sub>2</sub>, 2024), para el ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza presenta una valoración anual de € 16 128,24 y para el ecosistema tillandsial del distrito Ciudad Nueva presenta una valoración anual de € 48 248,36.

Dichos resultados estuvieron acorde a la investigación realizado en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, ciudad de Arequipa, ascendiendo a un valor total de € 15 505,94 para 289,55 t CO<sub>2</sub> en los tolares de la usando el valor de SendeCO<sub>2</sub> del año 2021 con un valor de € 53,55 por tonelada de dióxido de carbono (Avendaño y Urdánegui, 2022).

Por otra parte, dichos resultados fueron menores a comparación de la investigación realizada en el Bosque Protector Aguarongo del país de Ecuador teniendo una valoración de la captura de dióxido de carbono de \$ 1 267 466,56 para la captura de 74 294,64 t CO<sub>2</sub> por la entidad de SendeCO<sub>2</sub> (Morales y Vásquez, 2019).

Los resultados elaborados en la reserva nacional del Titicaca, el valor económico según el mercado del año 2021 tuvo precio referencial 57,38 dólares por SendeCO<sub>2</sub>, el sector que obtuvo mayor valor fue Puno con \$ 33 133,124 frente al sector Ramis que obtuvo un monto de \$ 17 632,398 para la captura de CO<sub>2</sub> del sector Puno y Ramis con un 577,433 t CO<sub>2</sub>/ha y 307,292 t CO<sub>2</sub>/ha respectivamente (Ruelas y Machaca, 2023).

En la aplicación del método de valoración contingente, en cuanto a la disposición a pagar, el 60,32 % de los habitantes encuestados en el distrito Alto de la Alianza no estaban dispuestos a pagar.

Entre quienes sí lo estaban, la mayor proporción (32,71 %) aceptaría contribuir con un sol mensual. En contraste, en el distrito Ciudad Nueva, el 65,07 % de los encuestados no estaría dispuesto a pagar, mientras que la mayor proporción de quienes sí lo estarían alcanza un 27,20 % con un sol mensual.

A diferencia de la investigación realizada en el Parque Nacional del Huascarán realizaron una encuesta aplicada a 71 personas, la disposición a pagar por el servicio de fijación y almacenamiento de carbono (DAP) fue de 60 soles anuales/t de bosque de *Polylepis* conservado, para personas con una edad promedio de 33 años, con un ingreso entre 0 a 800 soles (Cuellar y Talaverano, 2018).

## CONCLUSIONES

1. Esta investigación logró estimar la captura de dióxido de carbono y su valoración económica para la conservación del ecosistema tillandsial en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna mediante el porcentaje de cobertura, variables climáticas y la aplicación de encuestas a los habitantes de la zona estudiada.
2. La cobertura total para el ecosistema tillandsial del distrito Alto de la Alianza fue de 17,56 % y la cobertura para la medición de captura de CO<sub>2</sub> fue de 12,37 % y para el ecosistema tillandsial ubicado en el distrito de Ciudad Nueva la cobertura total fue de 53,65 % y la cobertura para la medición de captura de CO<sub>2</sub> fue de 19,91 % para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.
3. El tillandsial que obtuvo mayor captura de CO<sub>2</sub> fue en el distrito de Ciudad Nueva con una captura de 0,09 t CO<sub>2</sub>/h, con una proyección de 2,08 t CO<sub>2</sub>/día, 62,51 t CO<sub>2</sub>/mes y 750,13 t CO<sub>2</sub>/año a diferencia del distrito Alto de la Alianza con una captura de 0,03 t CO<sub>2</sub>/h, con una proyección de 0,70 t CO<sub>2</sub>/día, 20,90 t CO<sub>2</sub>/mes y 250,75 t CO<sub>2</sub>/año respectivamente.
4. La valoración de la captura de CO<sub>2</sub> mediante la aplicación de metodología de precios de mercado fue de \$ 1 797,88 anual en el

distrito Alto de la Alianza y de \$ 5 378,43 en Ciudad Nueva, utilizando como referencia el sistema de negociación europeo de CO<sub>2</sub>, el valor estimado fue de € 16 128,24 en Alto de la Alianza y de € 48 248,36 en Ciudad Nueva, en cuanto a la valoración contingente, el 60,32 % de los encuestados en Alto de la Alianza no estaban dispuestos a pagar, siendo la mayor disposición de un sol mensual en un 32,71 %, en Ciudad Nueva, el 65,07 % no estaban dispuestos a pagar, con una mayor disposición similar de un sol mensual en un 27,20 %.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones detalladas acerca de la cobertura de los tillandsiales en la provincia de Tacna y determinación de especies, para crear un mapa actualizado de este ecosistema.
2. Se recomienda realizar las evaluaciones durante un año para poder determinar en qué temporada existe mayor y menor captura de dióxido de carbono en el ecosistema tillandsial y otros ecosistemas a evaluar.
3. Se recomienda implementar un plan de conservación para el ecosistema tillandsial, aunque su tasa de captura de dióxido de carbono es baja, su importancia ambiental sigue siendo significativa debido a los numerosos servicios que proporciona, este ecosistema posee la mayor extensión a nivel nacional, lo que lo convierte en un área de alta prioridad para la conservación de la biodiversidad. La preservación de este ecosistema contribuirá significativamente a la protección de la riqueza biológica y a la sostenibilidad ambiental en la provincia de Tacna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencastre, L., y Zafra, J. (2020). Evaluación económica del servicio ambiental de captura de carbono de tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, Distrito de Mejía – Islay, 2019. Universidad César Vallejo.
- Amorós, J. (2004). Métodos de referencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 57, 12-29.
- Aponte, H., y Flores, J. (2013). Densidad y distribución espacial de *Tillandsia latifolia* en el tillandsial de Piedra Campana (Lima, Perú). *Ecología Aplicada*, 12(1-2), 35. <https://doi.org/10.21704/rea.v12i1-2.436>
- Arévalo, J., y Aponte, H. (2020). Almacenamiento de carbono y agua en *Tillandsia latifolia* Meyen en un sector del tillandsial de Piedra Campana (Lima / Perú). *Ecología Aplicada*, 19(1), 9-15. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i1.1441>
- Avendaño, E., y Urdánegui, I. (2022). Valoración económica del servicio ecosistémico de captura de carbono de tolares (*Parastrephia lepidophylla*, *Parastrephia lucida* y *Baccharis tricuneata*) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, Arequipa—Perú. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12252>

- Benavides, C. (2003). Fotosíntesis: Diferencias en las vías metabólicas C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM.
- Benzing, D. (2000). Bromeliaceae: Profile of An Adaptive Radiation. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511565175>
- Bieto, J., Cubillo, M., Mangas, I., y Ormaechea, A. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill Interamericana de España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=556962>
- Bousquets, J., y Aguirre, L. (2000). El concepto de especie y sus implicaciones para el desarrollo de inventarios y estimaciones en biodiversidad. Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática, PRIBES 2000: Trabajos del 1er taller iberoamericano de entomología sistemática, 2000, ISBN 84-922495-1-X, págs. 87-96, 87-96. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2221313>
- Cabrera, D. (2016). Almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en biomasa aérea y necromasa presente en tillandsiales de la Quebrada Inocente—Zona Reservada Lomas de Ancón. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/819>

- Camacho-Valdez, V., y Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4), Article 4. <https://doi.org/10.15741/revbio.01.04.02>
- Carrera, F., Kanninen, M., Kleinn, C., Louman, B., Mejía, A., Morales Hidalgo, D., Núñez, L., Ortiz, E., Quiros, D., Segura Madrigal, M. A., Stanley, S., y Villalobos Soto, R. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2600>
- Carvente, S., Pérez, M., Flores, M., Navarro, H., y Flores, N. (2017). Diversidad y abundancia de bromelias epifitas en “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 18, 3661-3671.
- Chang, C., y Mandarachi, L. (2021). Estimación de la captura de Carbono en las especies predominantes del humedal Tragadero-Junín. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/adbe4bf3-5d80-4c57-82e0-af59fe860b2e>
- Chávez, E., Andrade, J., y Reyes, C. (2017). Epífitas para neófitos: Las bromeliáceas y sus fascinantes tricomas.
- Chino, E. (2019). Evaluación del servicio ambiental de captura y almacenamiento de carbono en la comunidad de tillandsial

(Bromeliaceae) en Las Pampas de Cerro Intiorko en el Provincia de Tacna, 2016. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3719>

Contreras, S., Landahur, M., García, K., Latorre, C., Reyers, M., Rethemeyer, J., y Jaeschke, A. (2022). Leaf wax composition and distribution of *Tillandsia landbeckii* reflects moisture gradient across the hyperarid Atacama Desert. *Plant Systematics and Evolution*, 308(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s00606-021-01800-0>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://cambioclimatico.gob.mx/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico/>

Cuellar, R., y Talaverano, N. (2018). Valoración económica del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en la cobertura forestal— Parque Nacional del Huascarán. *Cátedra Villarreal*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.24039/cv201861255>

D'Antoni, H. (2012). El cambio global: Procesos naturales e intervención humana. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 46, 1-76.

Dodd, A., Borland, A., Haslam, R., Griffiths, H. y Maxwell, K. (2002). Crassulacean acid metabolism: Plastic, fantastic. *Journal of*

Experimental Botany, 53(369), 569-580.

<https://doi.org/10.1093/jexbot/53.369.569>

Environment, U. N. (2023, agosto 11). Emissions Gap Report 2023. UNEP

- UN Environment Programme.

<http://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>

Flores, M. (2019). Influencia del suelo en la distribución de *Tillandsia wedermannii* y su relación con la presencia de micromamíferos terrestres en la provincia de Tacna en el año 2019. Universidad Latinoamericana CIMA.

<http://repositorio.ulc.edu.pe/handle/ULC/141>

Gayoso, J. (2012). Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile.

George, D. y Mallery, P. (2019). IBM SPSS Statistics 26 Step by Step: A Simple Guide and Reference.

<https://doi.org/10.4324/9780429056765>

Geydan, T., y Melgarejo, L. (2005). Metabolismo ácido de las crasuláceas. Acta Biológica Colombiana, 10(2), 3-16.

González, J. y Chueca, A. (2010). C<sub>4</sub> y CAM. Características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas. Homenaje al Dr. Julio López Gorge. Consejo Superior de

Investigaciones Científicas (España).

<https://digital.csic.es/handle/10261/29768>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007).

Gases de efecto invernadero—CIE WGI Resumen Técnico.

[https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/es/tssts-2-1.html](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-1.html)

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (6th edición).

Hilario, K. (2023). Almacenamiento de carbono y tasa de eficiencia neta de ecosistemas en turberas, dentro de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas 2020. Universidad Continental.

Hinojosa, M. (2019). Composición, distribución y estado de conservación de los tillandsiales de la provincia de Chíncha del departamento de Ica enero 2017 – enero 2018. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12743>

Instituto de Ecología. (2016). Manejo de bromelias.

<https://inecol.mx/inecol/index.php/es/transparencia-inecol/17-ciencia-hoy/169-manejo-de-bromelias>

Kumar, S. y Saxena, S. (2014). A comparative study of CO<sub>2</sub> sorption properties for different oxides. Materials for Renewable and

Sustainable Energy, 3(3), 30. <https://doi.org/10.1007/s40243-014-0030-9>

Lara, M., Fabiana, M. y Andreo, C. (2010). Transiciones metabólicas en la fijación fotosintética del carbono en plantas del género *Portulaca*. C<sub>4</sub> y CAM: Características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas., 43-56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7522753>

Lazo, R. (2011). Valoración biológica, física y geográfica de la hierba siempre viva *Tillandsia werdermannii* para su conservación en la Región Tacna, 2010. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/674>

Miller, T. (2007). Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral (Octava). Editores Internacional Thomson.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2006). Decreto Supremo N° 043-2006-AG - Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. <https://www.gob.pe/institucion/osinfor/normas-legales/792195-043-2006-ag-aprueban-categorizacion-de-especies-amenazadas-de-flora-silvestre>

Ministerio del Ambiente. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. En Ministerio del Ambiente. Ministerio del Ambiente. <http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/775>

Ministerio del Ambiente. (2016). Guía de valoración económica del patrimonio natural.

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kXOmKabuHfAJ:https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GVEPN-30-05-16-baja.pdf&hl=es&gl=pe>

Ministerio del Ambiente. (2019). Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú.

<https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>

Morales, L. (2015). Estado actual del bosque de *Polylepis* y su eficiencia en la captura de CO<sub>2</sub> en la provincia de Tarata, departamento de Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, 19, Article 19. <https://doi.org/10.33326/26176033.2015.19.479>

Morales, M. y Vásquez M. (2019). Valoración económica de la captura de carbono en las especies *Podocarpus sprucei* y *Oreocallis grandiflora* en el Bosque Protector Aguarongo [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16640>

Ordenanza Regional N° 018-2013-CR/GOB.REG.TACNA. (2013). Modifican la Ordenanza Regional N° 016-2012-CR/GOB.REG.TACNA que aprobó la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) de la Región Tacna.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

(2018). ¿Qué es un ecosistema? <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1611441/>

Pauca, A., Benavides, F., Paredes, L., Luque-Fernández, C. y Quispe J.

(2020). Distribución y caracterización de las comunidades de tillandsia (Bromeliaceae) en el sur de Perú y su relación con la altitud, pendiente y orientación. *Ecosistemas*, 29, 2035. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2035>

Pinto, R., Barría, I., y Marquet, P. (2006). Geographical distribution of

*Tillandsia lomas* in the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of Arid Environments*, 65(4), 543-552. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.015>

Planas-Clarke, A., Chimner, R., Hribljan, J., Lilleskov, E., y Fuentealba, B.

(2020). The effect of water table levels and short-term ditch restoration on mountain peatland carbon cycling in the Cordillera Blanca, Peru. *Wetlands Ecology and Management*, 28(1), 51-69. <https://doi.org/10.1007/s11273-019-09694-z>

PP SYSTEMS. (2021). EGM-5, Portable CO2 Gas Analyzer, Operation Manual Version 1.10. PP Systems.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2014). La agricultura andina frente al cambio climático.

<https://www.rfilc.org/es/library/la-agricultura-andina-frente-al-cambio-climatico/>

Rabanal, P. (2022). Evaluación comparativa de la captura de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> en las áreas verdes de la urbanización para chico y sector valle viejo, Tacna, 2021.

Renán, S. y Fiorenza, R. (2022). Aplicación del método de valoración contingente al servicio ecosistémico de recreación y ecoturismo, como base para la elaboración de una propuesta de plan de manejo ambiental para la caleta Huachiray, zona marino-costera de arantas, provincia de Camaná, Arequipa.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11869>

Resolución Directoral N.º 0009-2023-EF/63.01. (2023). Aprueban la Nota Técnica para el uso del Precio Social de Carbono en la Evaluación Social de Proyectos de Inversión en Tipologías: Servicios de movilidad urbana recuperación de ecosistemas forestales degradados y espacios públicos urbanos que incluyan áreas verdes y modifican la denominación de la Nota Técnica para el uso del Precio Social de Carbono en la Evaluación Social de Proyectos de Inversión.

Resolución Directoral N° 216-2023 UAJ DE-REDS.T/DRS.T/GOB.REG.TACNA (2023). Aprobación de la

población total asignada a la Red de Salud Tacna 2023.  
<https://www.redsaludtacna.gob.pe/normativa?fecha=all&tipo=all&buscar=216>

Ruelas, E. y Machaca, G. (2023). Valor económico por captura de dióxido de carbono en totorales de la Reserva Nacional del Titicaca año 2021. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica de Ingenierías*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.47190/nric.v4i2.234>

Ruiz, S. (2015). Rastrojo de cultivos y residuos forestales. Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la región del Bio-Bio. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7856>

Rundel, P., y Dillon, M. (1998). Ecological patterns in the Bromeliaceae of the Lomas formations of Coastal Chile and Peru. *Plant Systematics and Evolution* - PLANT SYST EVOL, 212, 261-278. <https://doi.org/10.1007/BF01089742>

Rundel, P., Palma, B., Dillon, M., Sharifi, M. y Boonpragob, K. (1997). *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70, 341-349.

Sánchez, M., Chimner, R., Hribljan, J., Lilleskov, E. y Suarez, E. (2017, enero 1). Carbon dioxide and methane fluxes in grazed and undisturbed mountain peatlands in the Ecuadorian Andes. CIFOR-ICRAF. <https://doi.org/10.19189/MaP.2017.OMB.277>

- Santoyo, A., Vilardell, M., Sánchez, M., Fernández, R. y León, V. (2013). La Ciencia Económica y el Medio Ambiente: Un aporte desde la valoración económica ambiental. *Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD*, 34(125), Article 125.
- Schimelpfenig, D., Cooper, D., y Chimner, R. (2013). Effectiveness of Ditch Blockage for Restoring Hydrologic and Soil Processes in Mountain Peatlands. *Restoration Ecology*, 22. <https://doi.org/10.1111/rec.12053>
- Sedjo, A. (1990). The Global Carbon Cycle: Are Forests the Missing Sink? *Resources for the Future*. <https://www.rff.org/publications/journal-articles/the-global-carbon-cycle-are-forests-the-missing-sink/>
- SendeCO<sub>2</sub>. (2024). Precios CO<sub>2</sub>—SendeCO<sub>2</sub>. <https://www.sendeCO2.com/es/precios-CO2>
- Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología (Sexta edición)*. Pearson Educación, España.
- Snyder, J. y Richards, J. (2005). Floral Phenology and Compatibility of Sawgrass, *Ciadium jamaicense* (Cyperaceae). *American Journal of Botany*, 92(4), 736-743.
- Stefano, M., Papini, A. y Brighigna, L. (2008). A new quantitative classification of ecological types in the bromeliad genus *Tillandsia*

- (Bromeliaceae) based on trichomes. *Revista de Biología Tropical*, 56(1), 191-203.
- Tito, C. (2012). Estimación cuantitativa de la capacidad de captura del CO<sub>2</sub> en plantaciones de olivo en el distrito de Tacna, 2010. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/2467>
- Toledo, A. (2020). Captura de Carbono en la especie *Tillandsia werdermannii* y *Tillandsia purpurea* (siempre viva) en las Lomas Arrojadero situada entre los distritos de Inclán y Locumba, Tacna. Universidad Privada de Tacna. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1710>
- Torres, G. (2018). Diversidad y distribución geográfica del género *Tillandsia* en el Centro del Estado de Veracruz, México.
- Türkowsky, J. (1976). Fauna desértico-costera peruana: Observaciones en el tillandsial de Cajamarquilla, Lima.
- Vásquez, M. (2015). Consideración de los sumideros de CO<sub>2</sub> en la ordenación del territorio del S. XXI.
- Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*. Harper y Row.
- Zavala, F. (2022). Captura de CO<sub>2</sub> de *Pinus radiata* y *Cupressus macrocarpa* en el Boulevard de la avenida Los Próceres y La Cultura de la provincia de Azángaro, 2022. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3381407>

Zavala, J. (2021). Captura y almacenamiento de carbono en distintas edades del cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales de Tingo María-UNHEVAL. <https://www.unheval.edu.pe/portal/captura-y-almacenamiento-de-carbono-en-distintas-edades-del-cultivo-de-cacao-bajo-sistemas-agroforestales-de-tingo-maria/>

Zegarra, R. (2006). Biodiversidad y taxonomía de la flora desértica del sur del Perú: Familia Nolanaceae. *Idesia* (Arica), 24(3), 7-18. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000300002>

# **ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Matriz de consistencia**

**Título:** Estimación de la captura de dióxido de carbono y su valoración económica en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál será la estimación de la captura de dióxido de carbono y valoración económica para la conservación del ecosistema tillandsial en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Estimar la captura de dióxido de carbono y valoración económica para la conservación del ecosistema tillandsial en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La estimación de la captura de dióxido de carbono y valoración económica contribuye en la conservación del ecosistema tillandsial de los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.</p>	<p>Tipo: Básico</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población: Ecosistema tillandsial</p> <p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de observación</li> <li>• Encuesta</li> </ul>
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la cobertura por los tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5?</li> <li>• ¿Qué distrito tendrá mayor captura de dióxido de carbono en los tillandsiales entre los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna?</li> <li>• ¿Qué métodos de valoración económica permitirá valorar el servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva?</li> </ul>	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la cobertura en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna para estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.</li> <li>• Comparar la estimación de captura de dióxido de carbono de los tillandsiales en los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.</li> <li>• Aplicar dos métodos de valoración económica del servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.</li> </ul>	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La cobertura en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna permite estimar la captura de dióxido de carbono usando el equipo IRGA EGM-5.</li> <li>• Los tillandsiales ubicados en el distrito Ciudad Nueva tiene mayor captura de dióxido de carbono que el distrito de Alto de la Alianza de la provincia de Tacna.</li> <li>• La aplicación de los dos métodos de valoración económica permite valorar el servicio ambiental de la captura de dióxido en los tillandsiales de los distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva de la provincia de Tacna.</li> </ul>	

## Anexo 2

### Resultados de la cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza

**Tabla 44**

*Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA1*

Cuadrante		AA1			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		18,74 %			Este	365061		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		18,74 %			Norte	8011555		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,08	0,84	0,00	0,84	1,78	0,44	<i>T. werdermannii</i>	1,78
C2	1,82	0,77	0,00	0,77	1,40	0,34	<i>T. werdermannii</i>	1,40
C3	2,89	0,57	0,00	0,57	1,65	0,48	<i>T. werdermannii</i>	1,65
C4	1,15	0,43	0,00	0,43	0,50	0,54	<i>T. werdermannii</i>	0,50
C5	3,69	0,76	0,00	0,76	2,80	0,42	<i>T. werdermannii</i>	2,80
C6	1,92	0,66	0,00	0,66	1,27	0,56	<i>T. werdermannii</i>	1,27
C7	1,17	0,89	0,00	0,89	1,04	0,52	<i>T. werdermannii</i>	1,04
C8	2,39	0,97	0,00	0,97	2,31	0,51	<i>T. werdermannii</i>	2,32
C9	2,29	0,99	0,00	0,99	2,27	0,99	<i>T. werdermannii</i>	2,27
C10	2,21	0,83	0,00	0,83	1,83	0,83	<i>T. werdermannii</i>	1,83
C11	0,97	0,68	0,00	0,66	0,65	0,68	<i>T. werdermannii</i>	0,65
C12	1,65	0,76	0,00	0,76	1,25	0,76	<i>T. werdermannii</i>	1,25
Total					18,74			18,74

**Tabla 45***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA2*

Cuadrante		AA2			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		12,79 %			Este		363589	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		12,79 %			Norte		8016935	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	0,77	0,32	0,00	0,32	0,25	0,27	<i>T. werdermannii</i>	0,25
C2	1,67	0,68	0,00	0,68	1,14	0,46	<i>T. werdermannii</i>	1,14
C3	0,31	0,58	0,00	0,58	0,18	0,46	<i>T. werdermannii</i>	0,18
C4	1,32	0,64	0,00	0,64	0,85	0,46	<i>T. werdermannii</i>	0,85
C5	3,12	0,92	0,00	0,92	2,87	0,35	<i>T. werdermannii</i>	2,87
C6	1,35	0,66	0,00	0,66	0,89	0,43	<i>T. werdermannii</i>	0,89
C7	1,46	0,98	0,00	0,98	1,43	0,59	<i>T. werdermannii</i>	1,43
C8	0,98	0,63	0,00	0,63	0,62	0,39	<i>T. werdermannii</i>	0,62
C9	2,98	0,76	0,00	0,76	2,27	0,61	<i>T. werdermannii</i>	2,27
C10	1,21	0,65	0,00	0,65	0,79	0,39	<i>T. werdermannii</i>	0,79
C11	1,66	0,77	0,00	0,77	1,28	0,45	<i>T. werdermannii</i>	1,28
C12	0,68	0,36	0,00	0,36	0,25	0,29	<i>T. werdermannii</i>	0,25
Total					12,79			12,79

**Tabla 46***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA3*

Cuadrante			AA3		Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )			100					
Cobertura			18,37 %		Este		364897	
Cobertura para CO <sub>2</sub>			18,37 %		Norte		8016308	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,98	2,37	0,00	2,37	9,43	0,79	<i>T. werdermannii</i>	9,43
C2	2,68	0,96	0,00	0,96	2,57	0,62	<i>T. werdermannii</i>	2,57
C3	1,53	0,82	0,00	0,82	1,26	0,55	<i>T. werdermannii</i>	1,26
C4	1,24	0,77	0,00	0,77	0,96	0,10	<i>T. werdermannii</i>	0,96
C5	3,61	1,15	0,00	1,15	4,15	0,69	<i>T. werdermannii</i>	4,15
				Total	18,37			18,37

**Tabla 47***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA4*

Cuadrante		AA4			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		16,47 %			Este		362370	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		16,47 %			Norte		8014410	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,99	0,98	0,00	0,98	2,93	0,49	<i>T. werdermannii</i>	2,93
C2	2,62	0,91	0,00	0,91	2,38	0,41	<i>T. werdermannii</i>	2,38
C3	1,78	0,62	0,00	0,62	1,10	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,10
C4	1,31	0,98	0,00	0,98	1,28	0,54	<i>T. werdermannii</i>	1,28
C5	2,35	0,56	0,00	0,56	1,32	0,55	<i>T. werdermannii</i>	1,32
C6	1,21	0,58	0,00	0,58	0,70	0,45	<i>T. werdermannii</i>	0,70
C7	2,68	0,79	0,00	0,79	2,11	0,56	<i>T. werdermannii</i>	2,11
C8	1,53	0,67	0,00	0,67	1,03	0,44	<i>T. werdermannii</i>	1,03
C9	2,48	0,72	0,00	0,72	1,79	0,49	<i>T. werdermannii</i>	1,79
C10	1,49	0,52	0,00	0,52	0,78	0,41	<i>T. werdermannii</i>	0,78
C11	1,08	0,57	0,00	0,57	0,62	0,38	<i>T. werdermannii</i>	0,62
C12	0,82	0,53	0,00	0,53	0,45	0,46	<i>T. werdermannii</i>	0,45
Total					16,47			16,47

**Tabla 48***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA5*

Cuadrante			AA5		Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )			100					
Cobertura			22,34 %		Este		363166	
Cobertura para CO <sub>2</sub>			22,34 %		Norte		8014801	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,52	1,48	0,00	1,48	6,69	0,27	<i>T. werdermannii</i>	6,69
C2	2,43	0,96	0,00	0,96	2,33	0,46	<i>T. werdermannii</i>	2,33
C3	3,61	1,09	0,00	1,09	3,94	0,46	<i>T. werdermannii</i>	3,94
C4	1,67	0,96	0,00	0,96	1,60	0,46	<i>T. werdermannii</i>	1,60
C5	1,16	0,49	0,00	0,49	0,57	0,35	<i>T. werdermannii</i>	0,57
C6	1,13	0,61	0,00	0,61	0,69	0,43	<i>T. werdermannii</i>	0,69
C7	0,96	0,57	0,00	0,57	0,55	0,59	<i>T. werdermannii</i>	0,55
C8	3,79	1,03	0,00	1,03	3,90	0,39	<i>T. werdermannii</i>	3,90
C9	2,52	0,82	0,00	0,82	2,07	0,61	<i>T. werdermannii</i>	2,07
				Total	22,34			22,34

**Tabla 49***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA6*

Cuadrante		AA6			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		27,19%			Este		362156	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		21,87%			Norte		8015222	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,89	0,81	0,00	0,81	1,53	0,49	<i>T. werdermannii</i>	1,53
C2	2,21	0,79	0,00	0,79	1,75	0,41	<i>T. werdermannii</i>	1,75
C3	2,28	0,45	0,37	0,82	1,87	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,03
C4	6,37	1,51	0,00	1,51	9,62	0,54	<i>T. werdermannii</i>	9,62
C5	9,22	0,79	0,44	1,23	11,34	0,55	<i>T. werdermannii</i>	7,28
C6	1,28	0,52	0,33	0,85	1,09	0,45	<i>T. werdermannii</i>	0,67
Total					27,19			21,87

**Tabla 50***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA7*

Cuadrante		AA7			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		16,93%			Este		363166	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		10,15%			Norte		8014801	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,96	1,09	0,49	1,58	4,68	0,55	<i>T. werdermannii</i>	3,23
C2	1,80	0,59	0,39	0,98	1,77	0,36	<i>T. werdermannii</i>	1,06
C3	1,57	0,61	0,39	1,00	1,57	0,52	<i>T. werdermannii</i>	0,96
C4	4,78	0,45	0,53	0,98	4,68	0,36	<i>T. werdermannii</i>	2,15
C5	2,98	0,75	0,36	1,11	3,31	0,53	<i>T. werdermannii</i>	2,23
C6	1,33	0,39	0,31	0,70	0,93	0,28	<i>T. werdermannii</i>	0,52
C7	2,27	0,52	0,49	1,01	2,29	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,18
C8	3,41	0,61	0,39	1,00	3,41	0,44	<i>T. werdermannii</i>	2,08
Total					16,93			10,15

**Tabla 51***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA8*

Cuadrante		AA8			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		22,12%			Este	360510		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		13,39%			Norte	8015848		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,89	0,62	0,27	0,89	2,57	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,79
C2	1,68	0,49	0,28	0,77	1,29	0,37	<i>T. werdermannii</i>	0,82
C3	2,83	0,56	0,35	0,91	2,58	0,46	<i>T. werdermannii</i>	1,59
C4	1,73	0,59	0,36	0,95	1,64	0,36	<i>T. werdermannii</i>	1,02
C5	1,31	0,31	0,19	0,50	0,66	0,30	<i>T. werdermannii</i>	0,41
C6	1,82	0,41	0,39	0,80	1,46	0,28	<i>T. werdermannii</i>	0,75
C7	0,81	0,39	0,22	0,61	0,49	0,37	<i>T. werdermannii</i>	0,32
C8	1,95	0,63	0,66	1,29	2,52	0,44	<i>T. werdermannii</i>	1,23
C9	1,15	0,39	0,21	0,60	0,69	0,31	<i>T. werdermannii</i>	0,45
C10	1,81	0,59	0,50	1,09	1,97	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,07
C11	2,11	0,70	0,40	1,10	2,32	0,42	<i>T. werdermannii</i>	1,48
C12	1,68	0,39	0,18	0,57	0,96	0,26	<i>T. werdermannii</i>	0,66
C13	1,47	0,49	0,33	0,82	1,21	0,30	<i>T. werdermannii</i>	0,72
C14	1,39	0,57	0,34	0,91	1,27	0,32	<i>T. werdermannii</i>	0,79
C15	0,87	0,36	0,22	0,58	0,51	0,31	<i>T. werdermannii</i>	0,31
				Total	22,12			13,39

**Tabla 52***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA9*

Cuadrante		AA9			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		13,60%			Este		359761	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		7,79%			Norte		8016188	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,89	0,62	0,53	1,15	3,32	0,45	<i>T. werdermannii</i>	1,79
C2	1,63	0,43	0,45	0,88	1,43	0,33	<i>T. werdermannii</i>	0,70
C3	1,16	0,41	0,19	0,60	0,70	0,31	<i>T. werdermannii</i>	0,48
C4	2,28	0,62	0,50	1,12	2,55	0,46	<i>T. werdermannii</i>	1,41
C5	1,12	0,78	0,29	1,07	1,20	0,46	<i>T. werdermannii</i>	0,87
C6	1,14	0,31	0,16	0,47	0,54	0,23	<i>T. werdermannii</i>	0,35
C7	1,41	0,66	0,39	1,05	1,48	0,39	<i>T. werdermannii</i>	0,93
C8	2,31	0,54	0,49	1,03	2,38	0,43	<i>T. werdermannii</i>	1,25
				Total	13,60			7,79

**Tabla 53***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA10*

Cuadrante		AA10			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		19,48%			Este		359766	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		12,79%			Norte		8017070	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,89	0,62	0,49	1,11	3,21	0,41	<i>T. werdermannii</i>	1,79
C2	2,31	0,89	0,33	1,22	2,82	0,39	<i>T. werdermannii</i>	2,06
C3	1,76	0,45	0,23	0,68	1,20	0,37	<i>T. werdermannii</i>	0,79
C4	2,32	0,55	0,42	0,97	2,25	0,43	<i>T. werdermannii</i>	1,28
C5	1,54	0,58	0,27	0,85	1,31	0,39	<i>T. werdermannii</i>	0,89
C6	1,53	0,72	0,24	0,96	1,47	0,34	<i>T. werdermannii</i>	1,10
C7	1,83	0,89	0,25	1,14	2,09	0,41	<i>T. werdermannii</i>	1,63
C8	1,66	0,40	0,17	0,57	0,95	0,26	<i>T. werdermannii</i>	0,66
C9	1,82	0,73	0,42	1,15	2,09	0,43	<i>T. werdermannii</i>	1,33
C10	1,33	0,51	0,41	0,92	1,22	0,38	<i>T. werdermannii</i>	0,68
C11	1,25	0,46	0,24	0,70	0,88	0,33	<i>T. werdermannii</i>	0,58
				Total	19,48			12,79

**Tabla 54***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA11*

Cuadrante		AA11		Coordenadas				
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		7,05%		Este		358953		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		5,48%		Norte		8017468		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,35	0,25	0,00	0,25	0,34	0,41	<i>T. werdermannii</i>	0,34
C2	0,79	0,29	0,10	0,39	0,31	0,36	<i>T. werdermannii</i>	0,23
C3	2,85	0,89	0,19	1,08	3,08	0,47	<i>T. werdermannii</i>	2,54
C4	1,20	0,39	0,23	0,62	0,74	0,32	<i>T. werdermannii</i>	0,47
C5	1,23	0,38	0,14	0,52	0,64	0,37	<i>T. werdermannii</i>	0,47
C6	1,96	0,53	0,17	0,70	1,37	0,32	<i>T. werdermannii</i>	1,04
C7	1,25	0,32	0,14	0,46	0,58	0,35	<i>T. werdermannii</i>	0,40
				Total	7,05			5,48

**Tabla 55***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA12*

Cuadrante		AA12			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		17,27%			Este		362680	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		12,02%			Norte		8015802	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	0,58	0,28	0,09	0,37	0,22	0,17	<i>T. werdermannii</i>	0,16
C2	1,07	0,38	0,26	0,64	0,69	0,32	<i>T. werdermannii</i>	0,41
C3	1,81	0,48	0,26	0,74	1,34	0,33	<i>T. werdermannii</i>	0,87
C4	1,88	0,43	0,22	0,65	1,22	0,23	<i>T. werdermannii</i>	0,81
C5	2,35	0,24	0,15	0,39	0,92	0,25	<i>T. werdermannii</i>	0,56
C6	0,75	0,32	0,20	0,52	0,39	0,22	<i>T. werdermannii</i>	0,24
C7	2,95	0,55	0,23	0,78	2,30	0,32	<i>T. werdermannii</i>	1,62
C8	1,73	0,31	0,21	0,52	0,90	0,19	<i>T. werdermannii</i>	0,54
C9	1,08	0,51	0,23	0,74	0,80	0,18	<i>T. werdermannii</i>	0,55
C10	1,05	0,42	0,19	0,61	0,64	0,18	<i>T. werdermannii</i>	0,44
C11	1,24	0,43	0,19	0,62	0,77	0,22	<i>T. werdermannii</i>	0,53
C12	0,59	0,39	0,12	0,51	0,30	0,13	<i>T. werdermannii</i>	0,23
C13	0,85	0,25	0,07	0,32	0,27	0,13	<i>T. werdermannii</i>	0,21
C14	1,42	0,52	0,19	0,71	1,01	0,21	<i>T. werdermannii</i>	0,74
C15	0,96	0,34	0,09	0,43	0,41	0,15	<i>T. werdermannii</i>	0,33
C16	0,78	0,30	0,08	0,38	0,30	0,15	<i>T. werdermannii</i>	0,23
C17	0,59	0,31	0,09	0,40	0,24	0,19	<i>T. werdermannii</i>	0,18
C18	0,72	0,35	0,15	0,50	0,36	0,18	<i>T. werdermannii</i>	0,25
C19	0,51	0,28	0,07	0,35	0,18	0,18	<i>T. werdermannii</i>	0,14
C20	1,52	0,24	0,16	0,40	0,61	0,22	<i>T. werdermannii</i>	0,37
C21	0,89	0,28	0,14	0,42	0,37	0,17	<i>T. werdermannii</i>	0,25

C22	0,53	0,25	0,05	0,30	0,16	0,14	<i>T. werdermannii</i>	0,13
C23	1,21	0,39	0,21	0,60	0,73	0,28	<i>T. werdermannii</i>	0,47
C24	0,61	0,46	0,08	0,54	0,33	0,26	<i>T. werdermannii</i>	0,28
C25	0,91	0,36	0,15	0,51	0,46	0,19	<i>T. werdermannii</i>	0,33
C26	1,25	0,57	0,08	0,65	0,81	0,19	<i>T. werdermannii</i>	0,71
C27	0,47	0,14	0,05	0,19	0,09	0,13	<i>T. werdermannii</i>	0,06
C28	0,55	0,15	0,05	0,20	0,11	0,13	<i>T. werdermannii</i>	0,08
C29	0,73	0,23	0,05	0,28	0,20	0,14	<i>T. werdermannii</i>	0,17
C30	0,64	0,17	0,07	0,24	0,15	0,15	<i>T. werdermannii</i>	0,11
				Total	17,27			12,02

**Tabla 56**

*Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA13*

Cuadrante		AA13		Coordenadas				
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		15,11%		Este	358953			
Cobertura para CO <sub>2</sub>		9,11%		Norte	8017468			
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,71	0,39	0,36	0,75	2,03	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,06
C2	3,76	0,54	0,43	0,97	3,65	0,41	<i>T. werdermannii</i>	2,03
C3	3,09	0,33	0,27	0,60	1,85	0,29	<i>T. werdermannii</i>	1,01
C4	3,82	0,57	0,26	0,83	3,17	0,36	<i>T. werdermannii</i>	2,18
C5	2,94	0,69	0,44	1,13	3,32	0,36	<i>T. werdermannii</i>	2,03
C6	1,27	0,63	0,22	0,85	1,08	0,29	<i>T. werdermannii</i>	0,80
				Total	15,11			9,11

**Tabla 57***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA14*

Cuadrante		AA14			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		19,93%			Este	360306		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		11,83%			Norte	8018056		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,81	0,61	0,66	1,27	3,57	0,43	<i>T. werdermannii</i>	1,71
C2	8,78	0,59	0,32	0,91	7,99	0,38	<i>T. werdermannii</i>	5,18
C3	2,67	0,59	0,30	0,89	2,38	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,58
C4	2,94	0,75	0,64	1,39	4,09	0,28	<i>T. werdermannii</i>	2,21
C5	2,41	0,48	0,31	0,79	1,90	0,27	<i>T. werdermannii</i>	1,16
Total					19,93			11,83

**Tabla 58***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA15*

Cuadrante		AA15			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		12,60%			Este	360116		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		6,90%			Norte	8019955		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,59	0,47	0,31	0,78	1,24	0,28	<i>T. werdermannii</i>	0,75
C2	2,89	0,46	0,43	0,89	2,57	0,33	<i>T. werdermannii</i>	1,33
C3	3,13	0,58	0,39	0,97	3,04	0,36	<i>T. werdermannii</i>	1,82
C4	3,79	0,38	0,41	0,79	2,99	0,29	<i>T. werdermannii</i>	1,44
C5	2,65	0,59	0,45	1,04	2,76	0,36	<i>T. werdermannii</i>	1,56
Total					12,60			6,90

**Tabla 59***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA16*

Cuadrante		AA16			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		15,30%			Este	366003		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		9,17%			Norte	8015455		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,91	0,37	0,34	0,71	2,07	0,35	<i>T. werdermannii</i>	1,08
C2	3,66	0,55	0,42	0,97	3,55	0,42	<i>T. werdermannii</i>	2,01
C3	3,19	0,32	0,29	0,61	1,95	0,27	<i>T. werdermannii</i>	1,02
C4	3,91	0,59	0,28	0,87	3,40	0,36	<i>T. werdermannii</i>	2,31
C5	2,85	0,65	0,42	1,07	3,05	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,85
C6	1,35	0,67	0,28	0,95	1,28	0,31	<i>T. werdermannii</i>	0,91
Total					15,30			9,17

**Tabla 60***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA17*

Cuadrante		AA17			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		13,46%			Este	365287		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		7,75%			Norte	8017523		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,94	0,45	0,28	0,73	1,42	0,25	<i>T. werdermannii</i>	0,87
C2	3,23	0,49	0,46	0,95	3,07	0,35	<i>T. werdermannii</i>	1,58
C3	3,63	0,61	0,35	0,96	3,49	0,33	<i>T. werdermannii</i>	2,21
C4	3,69	0,42	0,40	0,82	3,03	0,27	<i>T. werdermannii</i>	1,55
C5	2,68	0,57	0,35	0,92	2,47	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,53
C1	1,94	0,45	0,28	0,73	1,42	0,25	<i>T. werdermannii</i>	0,87
Total					13,46			7,75

**Tabla 61***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA18*

Cuadrante		AA18			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		24,50%			Este	366350		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		15,25%			Norte	8019121		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,61	0,71	0,62	1,33	3,47	0,45	<i>T. werdermannii</i>	1,85
C2	8,98	0,58	0,25	0,83	7,45	0,35	<i>T. werdermannii</i>	5,21
C3	2,77	0,57	0,35	0,92	2,55	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,58
C4	3,05	0,87	0,67	1,54	4,70	0,26	<i>T. werdermannii</i>	2,65
C5	2,81	0,44	0,39	0,83	2,33	0,27	<i>T. werdermannii</i>	1,24
C6	3,63	0,75	0,35	1,10	3,99	0,28	<i>T. werdermannii</i>	2,72
Total					24,50			15,25

**Tabla 62***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA19*

Cuadrante		AA19			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		21,34%			Este	365540		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		12,09%			Norte	8020852		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,58	0,59	0,25	0,84	1,33	0,23	<i>T. werdermannii</i>	0,93
C2	3,56	0,46	0,48	0,94	3,35	0,30	<i>T. werdermannii</i>	1,64
C3	3,04	0,60	0,33	0,93	2,83	0,35	<i>T. werdermannii</i>	1,82
C4	3,07	0,45	0,38	0,83	2,55	0,29	<i>T. werdermannii</i>	1,38
C5	2,55	0,59	0,39	0,98	2,50	0,35	<i>T. werdermannii</i>	1,51
C6	3,26	0,48	0,49	0,97	3,16	0,36	<i>T. werdermannii</i>	1,57
C7	1,74	0,51	0,36	0,87	1,51	0,33	<i>T. werdermannii</i>	0,89
C8	1,35	0,42	0,42	0,84	1,13	0,30	<i>T. werdermannii</i>	0,57
C9	1,58	0,49	0,33	0,82	1,30	0,34	<i>T. werdermannii</i>	0,77
C10	1,76	0,58	0,38	0,96	1,69	0,38	<i>T. werdermannii</i>	1,02
Total					21,34			12,09

**Tabla 63***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA20*

Cuadrante		AA20			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		12,79%			Este	367203		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		7,42%			Norte	8021885		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,02	0,39	0,25	0,64	1,29	0,30	<i>T. werdermannii</i>	0,79
C2	3,43	0,58	0,49	1,07	3,67	0,32	<i>T. werdermannii</i>	1,99
C3	3,67	0,49	0,36	0,85	3,12	0,35	<i>T. werdermannii</i>	1,80
C4	2,58	0,52	0,40	0,92	2,37	0,28	<i>T. werdermannii</i>	1,34
C5	2,59	0,58	0,32	0,90	2,33	0,27	<i>T. werdermannii</i>	1,50
				Total	12,79			7,42

**Tabla 64***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA21*

Cuadrante		AA21			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		17,41%			Este	367203		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		10,52%			Norte	8021885		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,95	0,60	0,60	1,20	3,54	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,77
C2	7,58	0,57	0,30	0,87	6,60	0,35	<i>T. werdermannii</i>	4,32
C3	3,59	0,52	0,28	0,80	2,87	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,87
C4	1,24	0,76	0,62	1,38	1,71	0,29	<i>T. werdermannii</i>	0,94
C5	3,59	0,45	0,30	0,75	2,69	0,28	<i>T. werdermannii</i>	1,62
				Total	17,41			10,52

**Tabla 65***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA22*

Cuadrante		AA22			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		21,86%			Este	364240		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		12,42%			Norte	8019686		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,54	0,62	0,55	1,17	4,14	0,35	<i>T. werdermannii</i>	2,19
C2	6,52	0,65	0,40	1,05	6,85	0,34	<i>T. werdermannii</i>	4,24
C3	2,45	0,64	0,48	1,12	2,74	0,33	<i>T. werdermannii</i>	1,57
C4	1,54	0,58	0,65	1,23	1,89	0,39	<i>T. werdermannii</i>	0,89
C5	1,29	0,61	0,58	1,19	1,54	0,38	<i>T. werdermannii</i>	0,79
C6	1,54	0,65	0,52	1,17	1,80	0,25	<i>T. werdermannii</i>	1,00
C7	2,59	0,67	0,45	1,12	2,90	0,27	<i>T. werdermannii</i>	1,74
Total					21,86			12,42

**Tabla 66***Cobertura del tillandsial para el distrito Alto de la Alianza, cuadrante AA23*

Cuadrante		AA23			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		18,06%			Este	362561		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		10,17%			Norte	8021682		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,54	0,59	0,57	1,16	2,95	0,36	<i>T. werdermannii</i>	1,50
C2	3,10	0,85	0,48	1,33	4,12	0,37	<i>T. werdermannii</i>	2,64
C3	4,24	0,65	0,53	1,18	5,00	0,29	<i>T. werdermannii</i>	2,76
C4	2,58	0,57	0,48	1,05	2,71	0,31	<i>T. werdermannii</i>	1,47
C5	3,01	0,60	0,49	1,09	3,28	0,37	<i>T. werdermannii</i>	1,81
Total					18,06			10,17

### Anexo 3

#### Resultados de la cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva

**Tabla 67**

*Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN1*

Cuadrante		CN1			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		68,64%			Este	369804		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		26,12%			Norte	8014063		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	5,18	0,75	1,05	1,80	9,32	0,70	<i>T. purpurea</i>	3,89
C2	4,95	0,68	1,17	1,85	9,16	0,75	<i>T. purpurea</i>	3,37
C3	3,54	0,85	1,03	1,88	6,66	0,74	<i>T. purpurea</i>	3,01
C4	5,18	0,74	1,54	2,28	1,81	0,68	<i>T. purpurea</i>	3,83
C5	5,48	0,86	1,65	2,51	13,76	0,64	<i>T. purpurea</i>	4,71
C6	4,57	0,95	1,34	2,29	10,47	0,69	<i>T. purpurea</i>	4,34
C7	3,54	0,84	1,27	2,11	7,47	0,70	<i>T. purpurea</i>	2,97
Total					68,64			26,12

**Tabla 68***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN2*

Cuadrante		CN2			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		51,58%			Este	370457		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		21,78%			Norte	8014900		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,15	0,74	1,00	1,74	7,22	0,65	<i>T. purpurea</i>	3,07
C2	3,59	0,94	1,17	2,11	7,58	0,64	<i>T. purpurea</i>	3,38
C3	4,12	0,85	1,02	1,87	7,70	0,58	<i>T. purpurea</i>	3,50
C4	3,67	0,70	1,04	1,74	6,39	0,41	<i>T. purpurea</i>	2,57
C5	2,57	0,85	1,19	2,04	5,24	0,57	<i>T. purpurea</i>	2,19
C6	4,56	0,90	1,27	2,17	9,90	0,59	<i>T. purpurea</i>	4,10
C7	3,67	0,81	1,25	2,06	7,56	0,58	<i>T. purpurea</i>	2,97
Total					51,58			21,78

**Tabla 69***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN3*

Cuadrante		CN3			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		34,89%			Este	368043		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		14,15%			Norte	8015648		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,54	0,43	1,04	1,47	5,20	0,48	<i>T. werdermannii</i>	1,52
C2	1,97	0,46	1,24	1,70	3,35	0,45	<i>T. werdermannii</i>	0,91
C3	3,21	0,47	1,78	2,25	7,22	0,47	<i>T. werdermannii</i>	1,51
C4	3,43	0,40	0,87	1,27	4,36	0,52	<i>T. werdermannii</i>	1,37
C5	3,00	0,42	0,94	1,36	4,08	0,41	<i>T. werdermannii</i>	1,26
C6	3,19	0,73	0,93	1,66	5,30	0,54	<i>T. werdermannii</i>	2,33
C7	3,61	0,59	0,89	1,48	5,34	0,52	<i>T. werdermannii</i>	2,13
C8	5,12	0,61	1,29	1,90	9,73	0,50	<i>T. werdermannii</i>	3,12
				Total	34,89			14,15

**Tabla 70***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN4*

Cuadrante		CN4			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		64,48%			Este	371288		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		23,82%			Norte	8016255		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,13	0,73	1,07	1,80	7,43	0,64	<i>T. purpurea</i>	3,02
C2	3,97	0,95	1,22	2,17	8,62	0,60	<i>T. purpurea</i>	3,77
C3	1,81	0,76	1,37	2,13	3,86	0,34	<i>T. purpurea</i>	1,38
C4	3,73	0,62	1,05	1,67	6,23	0,58	<i>T. purpurea</i>	2,31
C5	4,17	0,89	1,56	2,45	10,22	0,49	<i>T. purpurea</i>	3,71
C6	5,83	0,78	1,27	2,05	11,95	0,53	<i>T. purpurea</i>	4,55
C7	7,16	0,71	1,55	2,26	16,18	0,54	<i>T. purpurea</i>	5,08
Total					64,48			23,82

**Tabla 71***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN5*

Cuadrante		CN5			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		60,59%			Este	370401		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		24,96%			Norte	8016955		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,82	0,76	1,25	2,01	9,69	0,54	<i>T. purpurea</i>	3,66
C2	3,09	0,56	1,37	1,93	5,96	0,52	<i>T. purpurea</i>	1,73
C3	1,33	0,53	0,49	1,02	1,36	0,41	<i>T. purpurea</i>	0,71
C4	2,88	0,64	0,97	1,61	4,64	0,68	<i>T. purpurea</i>	1,84
C5	4,37	0,84	1,04	1,88	8,22	0,71	<i>T. purpurea</i>	3,67
C6	3,36	0,99	1,25	2,24	7,53	0,51	<i>T. purpurea</i>	3,33
C7	3,28	0,54	0,81	1,35	4,43	0,52	<i>T. purpurea</i>	1,77
C8	4,55	0,93	1,23	2,16	9,83	0,77	<i>T. purpurea</i>	4,23
C9	4,28	0,94	1,15	2,09	8,95	0,52	<i>T. purpurea</i>	4,01
Total					60,59			24,96

**Tabla 72***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN6*

Cuadrante		CN6			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		45,34%			Este	369922		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		17,74%			Norte	8017077		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,71	0,78	0,66	1,44	2,46	0,67	<i>T. purpurea</i>	1,33
C2	1,96	0,75	0,63	1,38	2,71	0,77	<i>T. purpurea</i>	1,47
C3	1,79	0,51	0,89	1,40	2,51	0,52	<i>T. purpurea</i>	0,91
C4	3,48	0,49	0,82	1,31	4,56	0,56	<i>T. purpurea</i>	1,71
C5	3,97	0,83	1,56	2,39	9,49	0,53	<i>T. purpurea</i>	3,30
C6	2,77	0,62	0,81	1,43	3,96	0,56	<i>T. purpurea</i>	1,72
C7	1,37	0,52	0,61	1,13	1,55	0,45	<i>T. purpurea</i>	0,71
C8	2,54	0,66	1,03	1,69	4,29	0,58	<i>T. purpurea</i>	1,68
C9	2,61	0,64	1,03	1,67	4,36	0,51	<i>T. purpurea</i>	1,67
C10	2,82	0,55	1,19	1,74	4,91	0,47	<i>T. purpurea</i>	1,55
C11	2,53	0,67	1,13	1,80	4,55	0,51	<i>T. purpurea</i>	1,70
				Total	45,34			17,74

**Tabla 73***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN7*

Cuadrante		CN7			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		38,69%			Este	367817		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		12,76%			Norte	8018432		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	5,64	0,62	1,03	1,65	9,31	0,41	<i>T. werdermannii</i>	3,50
C2	3,64	0,37	0,84	1,21	4,40	0,39	<i>T. werdermannii</i>	1,35
C3	6,51	0,37	0,78	1,15	7,49	0,57	<i>T. werdermannii</i>	2,41
C4	3,74	0,51	0,73	1,24	4,64	0,41	<i>T. werdermannii</i>	1,91
C5	5,96	0,39	1,13	1,52	9,06	0,38	<i>T. werdermannii</i>	2,32
C6	3,27	0,39	0,77	1,16	3,79	0,46	<i>T. werdermannii</i>	1,28
				Total	38,69			12,76

**Tabla 74***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN8*

Cuadrante		CN8			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		67,89%			Este	372747		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		26,02%			Norte	8016798		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,97	0,75	1,04	1,79	7,11	0,69	<i>T. purpurea</i>	2,98
C2	4,78	0,93	1,02	1,95	9,32	0,60	<i>T. purpurea</i>	4,45
C3	1,80	0,74	1,09	1,83	3,29	0,34	<i>T. purpurea</i>	1,33
C4	3,96	0,69	1,08	1,77	7,01	0,48	<i>T. purpurea</i>	2,73
C5	5,83	0,85	1,25	2,10	12,24	0,59	<i>T. purpurea</i>	4,96
C6	5,19	0,75	1,34	2,09	10,85	0,57	<i>T. purpurea</i>	3,89
C7	7,89	0,72	1,57	2,29	18,07	0,51	<i>T. purpurea</i>	5,68
				Total	67,89			26,02

**Tabla 75***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN9*

Cuadrante		CN9			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		62,89%			Este	372301		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		25,28%			Norte	8017243		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,89	0,75	1,25	2,00	9,78	0,54	<i>T. purpurea</i>	3,67
C2	3,15	0,54	1,37	1,91	6,02	0,52	<i>T. purpurea</i>	1,70
C3	1,56	0,51	0,49	1,00	1,56	0,41	<i>T. purpurea</i>	0,80
C4	2,90	0,69	0,97	1,66	4,81	0,68	<i>T. purpurea</i>	2,00
C5	4,68	0,82	1,04	1,86	8,71	0,71	<i>T. purpurea</i>	3,84
C6	3,40	0,85	1,25	2,10	7,14	0,51	<i>T. purpurea</i>	2,89
C7	3,35	0,49	0,81	1,30	4,36	0,52	<i>T. purpurea</i>	1,64
C8	4,78	0,92	1,23	2,15	10,28	0,77	<i>T. purpurea</i>	4,40
C9	5,12	0,85	1,15	2,00	10,24	0,52	<i>T. purpurea</i>	4,35
Total					62,89			25,28

**Tabla 76***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN10*

Cuadrante		CN10			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		64,39%			Este	373544		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		23,04%			Norte	8017879		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	8,83	1,25	2,50	3,75	33,11	0,64	<i>T. purpurea</i>	11,04
C2	3,71	1,17	1,83	3,00	11,13	0,60	<i>T. purpurea</i>	4,34
C3	4,23	0,95	2,07	3,02	12,78	0,65	<i>T. purpurea</i>	4,02
C4	3,25	1,12	1,15	2,27	7,38	0,68	<i>T. purpurea</i>	3,64
				Total	64,39			23,04

**Tabla 77***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN11*

Cuadrante		CN11			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		66,12%			Este	370902		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		28,03%			Norte	8017737		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,11	0,89	0,91	1,80	7,40	0,68	<i>T. purpurea</i>	3,66
C2	2,98	1,09	1,03	2,12	6,32	0,72	<i>T. purpurea</i>	3,25
C3	4,09	0,52	1,24	1,76	7,20	0,53	<i>T. purpurea</i>	2,13
C4	5,35	0,78	0,96	1,74	9,31	0,54	<i>T. purpurea</i>	4,17
C5	2,96	0,91	0,93	1,84	5,45	0,57	<i>T. purpurea</i>	2,69
C6	6,84	0,79	1,33	2,12	14,50	0,68	<i>T. purpurea</i>	5,40
C7	3,41	0,62	1,01	1,63	5,56	0,63	<i>T. purpurea</i>	2,11
C8	2,78	0,92	1,19	2,11	5,87	0,51	<i>T. purpurea</i>	2,56
C9	2,54	0,81	0,97	1,78	4,52	0,71	<i>T. purpurea</i>	2,06
				Total	66,12			28,03

**Tabla 78***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN12*

Cuadrante		CN12			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		48,96%			Este	368865		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		13,31%			Norte	8018020		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,51	0,77	2,18	2,95	10,36	0,45	<i>T. werdermannii</i>	2,70
C2	3,41	0,57	0,91	1,48	5,05	0,48	<i>T. werdermannii</i>	1,94
C3	4,01	0,71	1,90	2,61	10,47	0,49	<i>T. werdermannii</i>	2,85
C4	3,87	0,40	1,47	1,87	7,24	0,51	<i>T. werdermannii</i>	1,55
C5	3,08	0,48	1,14	1,62	4,99	0,49	<i>T. werdermannii</i>	1,48
C6	2,33	0,45	2,21	2,66	6,20	0,54	<i>T. werdermannii</i>	1,05
C7	3,96	0,44	0,74	1,18	4,67	0,52	<i>T. werdermannii</i>	1,74
				Total	48,96			13,31

**Tabla 79***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN13*

Cuadrante		CN13			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		31,76%			Este	370598		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		7,11%			Norte	8019781		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,31	0,36	1,81	2,17	7,18	0,48	<i>T. werdermannii</i>	1,19
C2	3,44	0,45	1,57	2,02	6,95	0,49	<i>T. werdermannii</i>	1,55
C3	2,30	0,52	0,76	1,28	2,94	0,45	<i>T. werdermannii</i>	1,20
C4	1,06	0,21	0,35	0,56	0,59	0,48	<i>T. werdermannii</i>	0,22
C5	3,83	0,17	0,84	1,01	3,87	0,47	<i>T. werdermannii</i>	0,65
C6	2,58	0,25	1,19	1,44	3,71	0,43	<i>T. werdermannii</i>	0,65
C7	4,25	0,39	1,14	1,53	6,50	0,42	<i>T. werdermannii</i>	1,66
Total					31,76			7,11

**Tabla 80***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN14*

Cuadrante		CN14			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		40,79%			Este	367899		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		13,86%			Norte	8019969		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,24	0,32	0,64	0,96	2,15	0,45	<i>T. werdermannii</i>	0,72
C2	3,09	0,35	0,87	1,22	3,77	0,48	<i>T. werdermannii</i>	1,08
C3	4,42	0,53	0,52	1,05	4,64	0,49	<i>T. werdermannii</i>	2,34
C4	2,48	0,35	0,88	1,23	3,05	0,45	<i>T. werdermannii</i>	0,87
C5	3,12	0,42	0,51	0,93	2,90	0,47	<i>T. werdermannii</i>	1,31
C6	5,30	0,24	0,40	0,64	3,39	0,48	<i>T. werdermannii</i>	1,27
C7	5,02	0,34	0,56	0,90	4,52	0,43	<i>T. werdermannii</i>	1,71
C8	3,82	0,33	0,72	1,05	4,01	0,42	<i>T. werdermannii</i>	1,26
C9	3,53	0,30	0,98	1,28	4,52	0,45	<i>T. werdermannii</i>	1,06
C10	5,76	0,39	0,97	1,36	7,83	0,49	<i>T. werdermannii</i>	2,25
				Total	40,79			13,86

**Tabla 81***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN15*

Cuadrante		CN15			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		55,32%			Este	368210		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		24,84%			Norte	8021610		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	1,77	0,42	0,70	1,12	1,98	0,48	<i>T. werdermannii</i>	0,74
C2	5,00	0,98	1,11	2,09	10,45	0,41	<i>T. werdermannii</i>	4,90
C3	8,68	0,53	1,52	2,05	17,79	0,46	<i>T. werdermannii</i>	4,60
C4	4,63	0,95	0,64	1,59	7,36	0,49	<i>T. werdermannii</i>	4,40
C5	6,35	0,50	1,19	1,69	10,73	0,48	<i>T. werdermannii</i>	3,18
C6	3,91	1,03	0,76	1,79	6,99	0,47	<i>T. werdermannii</i>	4,03
Total					55,32			21,84

**Tabla 82***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN16*

Cuadrante		CN16			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		28,29%			Este	368570		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		8,54%			Norte	8019420		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,76	0,46	1,26	1,72	4,75	0,41	<i>T. werdermannii</i>	1,27
C2	3,13	0,41	0,76	1,17	3,66	0,47	<i>T. werdermannii</i>	1,28
C3	1,66	0,42	0,71	1,13	1,88	0,42	<i>T. werdermannii</i>	0,70
C4	4,25	0,60	1,85	2,45	10,41	0,49	<i>T. werdermannii</i>	2,55
C5	3,13	0,55	0,94	1,49	4,66	0,51	<i>T. werdermannii</i>	1,72
C6	1,81	0,56	1,06	1,62	2,93	0,47	<i>T. werdermannii</i>	1,01
Total					28,29			8,54

**Tabla 83***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN17*

Cuadrante		CN17			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		63,00%			Este	372178		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		23,22%			Norte	8018083		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,56	0,54	1,04	1,58	4,05	0,57	<i>T. purpurea</i>	1,38
C2	3,69	0,85	1,05	1,90	7,01	0,51	<i>T. purpurea</i>	3,14
C3	4,58	0,69	1,15	1,84	8,43	0,59	<i>T. purpurea</i>	3,16
C4	3,64	0,75	1,74	2,49	9,06	0,47	<i>T. purpurea</i>	2,73
C5	3,94	0,98	1,52	2,50	9,85	0,50	<i>T. purpurea</i>	3,86
C6	4,05	0,74	1,82	2,56	10,37	0,61	<i>T. purpurea</i>	2,99
C7	3,95	0,95	1,54	2,49	9,84	0,59	<i>T. purpurea</i>	3,75
C8	2,59	0,85	0,85	1,70	4,40	0,52	<i>T. purpurea</i>	2,20
				Total	63,00			23,22

**Tabla 84***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN18*

Cuadrante		CN18			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		74,24%			Este	374029		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		28,81%			Norte	8018209		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,15	0,98	1,09	2,07	6,52	0,51	<i>T. purpurea</i>	3,09
C2	3,48	0,79	1,07	1,86	6,47	0,54	<i>T. purpurea</i>	2,75
C3	4,02	1,08	1,16	2,24	9,01	0,67	<i>T. purpurea</i>	4,34
C4	3,06	0,85	1,65	2,50	7,65	0,42	<i>T. purpurea</i>	2,60
C5	3,15	0,81	1,85	2,66	8,38	0,59	<i>T. purpurea</i>	2,55
C6	3,45	0,87	1,42	2,29	7,90	0,54	<i>T. purpurea</i>	3,00
C7	3,79	0,85	1,98	2,83	10,73	0,50	<i>T. purpurea</i>	3,22
C8	3,89	0,97	1,45	2,42	9,41	0,48	<i>T. purpurea</i>	3,77
C9	3,75	0,93	1,25	2,18	8,18	0,59	<i>T. purpurea</i>	3,49
				Total	63,00			23,22

**Tabla 85***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN19*

Cuadrante		CN19			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		66,37%			Este	374372		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		24,76%			Norte	8018725		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,17	1,01	1,45	2,46	7,80	0,59	<i>T. purpurea</i>	3,20
C2	5,94	0,85	1,12	1,97	11,70	0,51	<i>T. purpurea</i>	5,05
C3	3,58	0,72	1,65	2,37	8,49	0,64	<i>T. purpurea</i>	2,58
C4	5,69	0,94	1,47	2,41	13,71	0,52	<i>T. purpurea</i>	5,35
C5	4,08	0,82	1,98	2,80	11,42	0,48	<i>T. purpurea</i>	3,35
C6	5,89	0,89	1,36	2,25	13,25	0,49	<i>T. purpurea</i>	5,23
				Total	66,37			24,76

**Tabla 86**

*Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN20*

Cuadrante		CN20			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		49,95%			Este		375852	
Cobertura para CO <sub>2</sub>		16,71%			Norte		8020920	
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	2,95	0,25	0,46	0,71	2,10	0,12	<i>T. landbeckii</i>	0,74
C2	2,36	0,23	0,44	0,67	1,58	0,13	<i>T. landbeckii</i>	0,54
C3	1,87	0,23	0,32	0,55	1,03	0,18	<i>T. landbeckii</i>	0,43
C4	2,96	0,19	0,40	0,59	1,75	0,12	<i>T. landbeckii</i>	0,56
C5	0,98	0,18	0,33	0,51	0,50	0,12	<i>T. landbeckii</i>	0,18
C6	1,63	0,23	0,36	0,59	0,96	0,13	<i>T. landbeckii</i>	0,38
C7	0,79	0,17	0,41	0,58	0,46	0,12	<i>T. landbeckii</i>	0,13
C8	0,66	0,15	0,33	0,48	0,32	0,10	<i>T. landbeckii</i>	0,09
C9	0,89	0,09	0,21	0,30	0,27	0,09	<i>T. landbeckii</i>	0,08
C10	1,31	0,15	0,27	0,42	0,55	0,15	<i>T. landbeckii</i>	0,19
C11	1,32	0,21	0,32	0,53	0,70	0,11	<i>T. landbeckii</i>	0,28
C12	2,07	0,21	0,29	0,50	1,04	0,10	<i>T. landbeckii</i>	0,44
C13	3,70	0,19	0,39	0,58	2,15	0,09	<i>T. landbeckii</i>	0,70
C14	5,32	0,71	1,69	2,40	12,77	0,49	<i>T. purpurea</i>	3,78
C15	4,27	0,65	1,78	2,43	10,38	0,38	<i>T. purpurea</i>	2,78
C16	2,77	0,59	0,89	1,48	4,10	0,53	<i>T. purpurea</i>	1,63
C17	1,72	0,53	0,57	1,10	1,89	0,51	<i>T. purpurea</i>	0,91
C18	3,41	0,84	1,34	2,18	7,43	0,48	<i>T. purpurea</i>	2,86
Total					66,37			24,76

**Tabla 87***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN21*

Cuadrante		CN21			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		43,79%			Este	376025		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		14,56%			Norte	8021028		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,85	0,29	0,36	0,65	2,50	0,18	<i>T. landbeckii</i>	1,12
C2	2,35	0,24	0,39	0,63	1,48	0,11	<i>T. landbeckii</i>	0,56
C3	2,45	0,21	0,48	0,69	1,69	0,09	<i>T. landbeckii</i>	0,52
C4	1,98	0,29	0,41	0,70	1,39	0,07	<i>T. landbeckii</i>	0,57
C5	1,31	0,16	0,39	0,55	0,72	0,17	<i>T. landbeckii</i>	0,21
C6	0,79	0,21	0,37	0,58	0,46	0,11	<i>T. landbeckii</i>	0,17
C7	0,75	0,19	0,45	0,64	0,48	0,12	<i>T. landbeckii</i>	0,14
C8	0,85	0,18	1,59	1,77	1,50	0,59	<i>T. purpurea</i>	0,15
C9	1,39	0,71	1,24	1,95	2,71	0,45	<i>T. purpurea</i>	0,99
C10	1,48	0,75	0,29	1,04	1,54	0,43	<i>T. purpurea</i>	1,11
C11	1,89	0,79	1,58	2,37	4,48	0,41	<i>T. purpurea</i>	1,49
C12	2,83	0,74	1,36	2,10	5,94	0,49	<i>T. purpurea</i>	2,09
C13	3,64	0,65	1,45	2,10	7,64	0,59	<i>T. purpurea</i>	2,37
C14	5,21	0,59	1,57	2,16	11,25	0,52	<i>T. purpurea</i>	3,07
Total					43,79			14,56

**Tabla 88***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN22*

Cuadrante		CN22			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		65,08%			Este	373636		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		27,48%			Norte	8019146		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	4,05	0,89	1,00	1,89	7,65	0,57	<i>T. purpurea</i>	3,61
C2	3,25	0,87	1,05	1,92	6,24	0,51	<i>T. purpurea</i>	2,83
C3	4,12	0,86	1,24	2,10	8,65	0,59	<i>T. purpurea</i>	3,54
C4	4,56	0,73	1,47	2,20	10,03	0,47	<i>T. purpurea</i>	3,33
C5	4,05	0,85	1,05	1,90	7,70	0,5	<i>T. purpurea</i>	3,44
C6	4,09	0,82	1,09	1,91	7,81	0,61	<i>T. purpurea</i>	3,35
C7	4,85	0,85	1,08	1,93	9,36	0,59	<i>T. purpurea</i>	4,12
C8	4,02	0,81	1,09	1,90	7,65	0,52	<i>T. purpurea</i>	3,26
				Total	65,08			27,48

**Tabla 89***Cobertura del tillandsial para el distrito Ciudad Nueva, cuadrante CN23*

Cuadrante		CN23			Coordenadas			
Área total (m <sup>2</sup> )		100						
Cobertura		65,08%			Este	372240		
Cobertura para CO <sub>2</sub>		13,97%			Norte	8019360		
Cojín	Largo (m)	Parte viva (m)	Parte muerta (m)	Suma total	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Especie	Cobertura para CO <sub>2</sub>
C1	3,51	0,65	1,51	2,16	7,58	0,65	<i>T. purpurea</i>	2,28
C2	3,65	0,85	1,15	2,00	7,30	0,59	<i>T. purpurea</i>	3,10
C3	3,59	0,64	1,12	1,76	6,32	0,64	<i>T. purpurea</i>	2,30
C4	4,05	0,75	1,75	2,50	10,13	0,61	<i>T. purpurea</i>	3,04
C5	4,01	0,81	1,59	2,40	9,62	0,54	<i>T. purpurea</i>	3,25
				Total	65,08			13,97

## Anexo 4

### Resultados de la captura de CO<sub>2</sub> para el distrito Alto de la Alianza y Ciudad Nueva

**Tabla 90**

*Resultados de la captura de CO<sub>2</sub> para tillandsial del distrito Alto de la Alianza*

Cuadrante	N° Muestra	Especie	Tiempo (s)	[CO <sub>2</sub> ] (g CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *h)	Presión (mbar)	Temperatura aire (°C)
AA1	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0488480	930,70	15,69
AA1	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0480949	931,13	15,70
AA1	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0486002	930,59	15,66
AA1	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0472639	930,64	15,60
AA1	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0464265	930,85	15,59
AA1	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0462639	930,52	15,61
AA2	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0487691	930,53	15,73
AA2	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0478569	930,84	15,66
AA2	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0458519	931,04	15,67
AA2	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0393311	931,11	15,63
AA2	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0475699	930,60	15,37
AA2	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0442307	930,60	15,50
AA3	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0474453	930,61	15,55
AA3	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0485964	930,62	15,60
AA3	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0461907	930,73	15,61
AA3	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0480003	930,53	15,70
AA3	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0436783	930,59	15,79
AA3	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0417141	930,76	15,90
AA4	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0380312	930,51	15,90
AA4	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0312074	930,50	15,81
AA4	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0353448	930,44	15,90
AA4	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0346135	930,18	16,00
AA4	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0365993	930,07	16,00
AA4	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0312074	930,06	16,10
AA5	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0463234	930,45	16,10

AA5	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0441013	930,24	16,10
AA5	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0450804	930,50	16,12
AA5	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0459408	930,45	16,21
AA5	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0471061	930,18	16,30
AA5	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0485469	930,20	16,51
AA6	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0415749	930,51	15,38
AA6	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0429654	930,26	15,33
AA6	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0424595	930,32	15,23
AA6	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0435037	930,08	15,20
AA6	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0430322	930,03	15,04
AA6	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0419624	930,07	15,02
AA7	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0312846	930,08	15,03
AA7	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0327426	930,21	15,09
AA7	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0313664	929,96	15,08
AA7	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0298828	930,29	15,08
AA7	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0341267	930,08	15,17
AA7	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0367781	930,00	15,37
AA8	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0550463	929,93	15,55
AA8	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0564781	929,97	15,75
AA8	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0576425	930,12	15,82
AA8	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0549651	929,93	15,90
AA8	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0541967	929,94	15,98
AA8	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0574533	929,90	16,00
AA9	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0324785	929,94	16,05
AA9	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0312525	929,95	16,05
AA9	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0448766	930,33	15,75
AA9	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0454126	930,13	15,70
AA9	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0497514	930,37	15,70
AA9	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0398546	930,44	15,70
AA10	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0385328	930,40	15,70
AA10	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0383055	930,44	15,70
AA10	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0398546	930,33	15,88
AA10	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0310274	930,65	15,90
AA10	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0397421	930,31	16,00
AA10	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0384962	930,56	16,00

AA11	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0474589	931,59	15,74
AA11	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0378462	931,56	15,80
AA11	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0444567	931,48	15,80
AA11	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0402035	931,52	15,87
AA11	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0324785	931,53	16,03
AA11	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0469463	931,42	16,10
AA12	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0574176	931,52	16,00
AA12	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0688369	931,50	16,01
AA12	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0501551	931,54	16,10
AA12	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0452884	931,55	16,09
AA12	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0520344	931,68	15,50
AA12	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0547277	931,51	15,67
AA13	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0386033	931,70	15,75
AA13	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0539835	931,65	15,84
AA13	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0501049	931,52	15,90
AA13	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0365159	931,49	15,97
AA13	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0331932	931,53	16,00
AA13	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0336993	931,70	16,00
AA14	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0596542	931,55	16,07
AA14	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0567050	931,60	16,10
AA14	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0539284	931,15	15,91
AA14	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0551289	931,11	16,05
AA14	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0509056	930,99	16,14
AA14	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0585320	931,00	16,20
AA15	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0492335	931,19	16,26
AA15	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0420428	931,02	16,30
AA15	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0472863	931,04	16,37
AA15	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0433825	931,00	16,43
AA15	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0589191	931,00	16,50
AA15	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0490956	931,07	16,57
AA16	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0553881	931,19	15,90
AA16	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0488083	931,11	15,81
AA16	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0457033	931,06	15,70
AA16	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0481732	931,05	15,70
AA16	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0480247	931,00	15,60

AA16	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0483126	930,99	15,55
AA17	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0545809	931,02	15,50
AA17	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0577934	931,09	15,49
AA17	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0509440	931,01	15,40
AA17	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0552185	931,07	15,56
AA17	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0591650	931,04	15,55
AA17	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0542570	930,97	15,70
AA18	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0395260	930,98	15,89
AA18	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0333121	930,91	16,00
AA18	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0386685	930,91	16,02
AA18	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0286021	930,88	16,21
AA18	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0320065	930,84	16,32
AA18	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0354027	930,87	16,27
AA19	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0534424	930,91	16,29
AA19	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0469047	931,03	16,39
AA19	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0469015	931,28	16,05
AA19	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0413460	931,13	16,52
AA19	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0461341	931,15	16,27
AA19	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0591925	931,19	16,10
AA20	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0573932	931,10	15,99
AA20	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0559768	931,26	15,90
AA20	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0589326	931,10	16,01
AA20	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0590147	931,16	16,16
AA20	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0551362	931,35	16,25
AA20	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0569452	931,25	16,42
AA21	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0415962	931,28	15,41
AA21	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0469512	931,15	15,40
AA21	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0486325	931,15	15,17
AA21	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0432645	931,10	15,14
AA21	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0445213	931,16	15,21
AA21	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0459569	931,25	15,24
AA22	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0495365	931,24	15,39
AA22	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0487569	931,17	15,41
AA22	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0478598	931,17	15,42
AA22	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0496526	931,12	15,40

AA22	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0487965	931,19	15,37
AA22	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0456329	931,18	15,38
AA23	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0484122	931,25	15,34
AA23	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0485691	931,16	15,36
AA23	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0475985	931,18	15,39
AA23	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0482364	931,26	15,44
AA23	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0495362	931,24	15,41
AA23	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0495694	931,21	15,39

**Tabla 91**

*Resultados de la captura de CO<sub>2</sub> para tillandsial del distrito Ciudad Nueva*

Cuadrante	N° Muestra	Especie	Tiempo (s)	[CO <sub>2</sub> ] (g CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *h)	Presión (mbar)	Temperatura aire (°C)
CN1	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1939788	924,91	14,48
CN1	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1394580	924,90	14,78
CN1	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1793066	925,29	15,48
CN1	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1974606	924,91	15,18
CN1	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1479315	925,21	15,00
CN1	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1436805	924,99	14,85
CN2	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1838804	924,90	14,66
CN2	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1590475	924,89	14,68
CN2	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1603822	924,91	14,60
CN2	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1305693	924,92	14,47
CN2	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1887651	925,09	14,36
CN2	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1475235	924,84	14,65
CN3	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0464599	924,72	14,85
CN3	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0398462	924,76	15,03
CN3	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0414567	924,70	14,96
CN3	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0422035	924,69	14,99
CN3	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0384785	924,94	15,28
CN3	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0459463	924,76	15,26

CN4	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1104533	924,59	15,15
CN4	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1266047	924,60	14,79
CN4	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1803255	924,74	14,39
CN4	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1266047	924,54	14,40
CN4	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1806936	924,59	14,46
CN4	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1468367	924,51	14,49
CN5	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1203068	924,60	14,50
CN5	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1426733	924,63	14,61
CN5	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1489944	924,48	14,53
CN5	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1330891	924,58	14,74
CN5	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1384242	924,55	14,94
CN5	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1348660	924,56	15,08
CN6	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1258649	924,54	14,40
CN6	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1342694	924,52	14,49
CN6	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1586492	924,50	14,50
CN6	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1481897	924,44	14,49
CN6	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1949319	924,41	14,47
CN6	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1342694	924,45	14,50
CN7	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0376033	924,43	14,64
CN7	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0439835	924,45	14,57
CN7	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0401049	924,42	14,52
CN7	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0465159	924,59	14,49
CN7	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0431932	924,15	14,01
CN7	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0436993	924,17	14,09
CN8	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1424127	924,19	14,03
CN8	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1641550	924,11	14,03
CN8	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1796884	924,03	14,15
CN8	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1954412	924,02	14,19
CN8	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1711917	924,01	14,24
CN8	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1485609	924,03	14,22

CN9	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1627310	924,07	14,28
CN9	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1468951	924,07	14,26
CN9	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1869293	924,24	14,59
CN9	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1554688	924,20	14,51
CN9	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1688475	924,29	14,57
CN9	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1482200	924,30	14,54
CN10	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1433849	924,29	14,50
CN10	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1401825	924,20	14,48
CN10	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1247154	924,21	14,60
CN10	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1543523	924,21	14,60
CN10	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1305481	924,27	14,66
CN10	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1959782	924,30	14,60
CN11	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1230391	924,35	14,41
CN11	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1573604	924,29	14,60
CN11	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1786451	924,31	14,60
CN11	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1501209	924,30	14,49
CN11	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1840448	924,28	14,55
CN11	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1432453	924,20	14,63
CN12	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0492335	924,32	14,69
CN12	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0420428	924,36	14,70
CN12	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0472863	924,37	14,83
CN12	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0433825	924,33	14,89
CN12	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0589191	925,92	14,67
CN12	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0490954	925,82	14,75
CN13	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0453881	926,00	14,80
CN13	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0478083	925,85	14,95
CN13	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0446033	925,89	15,33
CN13	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0471732	925,81	15,38
CN13	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0470247	925,75	15,36
CN13	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0473126	925,84	15,48
CN14	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0445809	925,80	15,74

CN14	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0457794	925,81	15,50
CN14	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0409446	925,58	14,27
CN14	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0452184	925,53	14,55
CN14	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0491656	925,74	14,75
CN14	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0442576	925,64	14,93
CN15	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0478480	925,50	14,86
CN15	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0450949	925,53	14,89
CN15	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0446002	925,49	15,18
CN15	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0452639	925,43	15,26
CN15	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0454266	925,43	15,05
CN15	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0472638	925,41	14,69
CN16	W1	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0477691	925,40	14,29
CN16	W2	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0488569	925,45	14,30
CN16	W3	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0448519	925,40	14,36
CN16	W4	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0413311	925,44	14,39
CN16	W5	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0465699	925,41	14,40
CN16	W6	<i>T. werdermannii</i>	120	0,0432307	925,43	14,51
CN17	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1741257	925,36	14,43
CN17	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1569236	925,39	14,64
CN17	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1512370	925,35	14,84
CN17	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1423695	925,32	14,98
CN17	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1896541	925,35	14,30
CN17	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1963654	925,59	14,40
CN18	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1532148	925,37	14,40
CN18	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1654127	925,39	14,39
CN18	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1745937	925,68	14,37
CN18	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1365493	925,46	14,40
CN18	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1459570	925,46	14,54
CN18	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1369985	925,34	14,47
CN19	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1659459	925,30	14,42
CN19	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1695424	925,30	14,39

CN19	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1789653	925,40	14,11
CN19	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1456370	925,23	13,99
CN19	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1596937	925,31	13,93
CN19	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1789695	925,29	13,93
CN20	LA1	<i>T. landbeckii</i>	120	0,1143315	925,24	14,05
CN20	LA2	<i>T. landbeckii</i>	120	0,1112054	925,20	14,09
CN20	LA3	<i>T. landbeckii</i>	120	0,1259883	925,15	14,14
CN20	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1536552	925,00	14,12
CN20	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1885969	925,00	14,18
CN20	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1578965	925,03	14,16
CN21	LA1	<i>T. landbeckii</i>	120	0,1399191	925,03	14,49
CN21	LA2	<i>T. landbeckii</i>	120	0,1230933	925,00	14,41
CN21	LA3	<i>T. landbeckii</i>	120	0,1057190	924,85	14,47
CN21	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1445814	924,83	14,44
CN21	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1296524	924,89	14,40
CN21	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1795547	924,96	14,38
CN22	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1856954	925,38	14,39
CN22	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1740256	925,37	14,37
CN22	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1774859	925,38	14,40
CN22	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1725954	925,32	14,35
CN22	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1814593	925,35	14,39
CN22	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1845936	925,38	14,42
CN23	PU1	<i>T. purpurea</i>	120	0,1856935	925,37	14,41
CN23	PU2	<i>T. purpurea</i>	120	0,1758967	925,39	14,40
CN23	PU3	<i>T. purpurea</i>	120	0,1789652	925,39	14,39
CN23	PU4	<i>T. purpurea</i>	120	0,1856954	925,38	14,41
CN23	PU5	<i>T. purpurea</i>	120	0,1745896	925,37	14,38
CN23	PU6	<i>T. purpurea</i>	120	0,1745923	925,38	14,39

## Anexo 5

### Modelo de encuesta



**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE  
GROHMANN – TACNA**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL**



### **ENCUESTA PARA DETERMINAR LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub> DEL ECOSISTEMA TILLANDSIAL**

#### A. DATOS DEL ENCUESTADO

La presente encuesta tiene fines exclusivamente académicos y la información que usted declare formará parte de los resultados de una Tesis de grado parte de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por lo que sugerimos su mayor sinceridad frente a las preguntas.

##### 1. Distrito al que pertenece:

Alto de la Alianza

Ciudad Nueva

##### 2. Género

Femenino

Masculino

##### 3. Edad

18-25 años

26-35 años

36-50 años

De 51 años a más

4. Nivel educativo

- Sin instrucción
- Primaria completa
- Secundaria completa
- Técnica Superior
- Universitario

7. Situación laboral

- Desempleado
- Empleado
- Independiente
- Jubilado

5. Número de integrantes de su familia

- Un integrante
- Dos integrantes
- Tres integrantes
- De cuatro a más integrantes

8. Ingreso mensual actual

- Menos de S/. 1025.00
- Más de S/. 1025.00
- Más de S/. 3000.00

6. Estado Civil

- Soltero (a)
- Casado (a)
- Separado (a)
- Conviviente
- Viudo (a)

## B. SITUACIÓN AMBIENTAL

Las tillandsias son asociaciones vegetales del género *Tillandsia* (Bromeliaceae) típicas del desierto costero, están distribuidas a lo largo de la costa del Pacífico, desde el norte del Perú hasta el norte de Chile. En la región Tacna existen cuatro especies, se ubica sobre las planicies y colinas de las provincias de Tacna y Jorge Basadre, entre los 600 y 1500 metros de altitud.

Estas especies resisten muy bien la falta del recurso hídrico del suelo, sobreviven a expensas de su follaje cuya estructura favorece la captación de la escasa humedad atmosférica nocturna y las partículas de polvo en suspensión.

9. ¿Considera que el ecosistema tillandsial es importante para la protección y preservación de la biodiversidad o medioambiente?

- Sí  
 No

10. ¿Qué acción, cree usted que se debería realizar para fomentar la conservación del ecosistema tillandsial?

- Respetar su naturaleza  
 Evitar el ingreso con residuos sólidos  
 Difundir sobre la importancia de su conservación  
 Cooperar para mantener su limpieza y conservación

11. ¿Por qué considera que el ecosistema tillandsial es importante?

- Por su belleza escénica  
 Por ser hábitat de especies  
 Por la regulación del aire  
 Desconoce

12. ¿Qué problema ambiental considera que afecta al ecosistema tillandsial?

- Arrojo de residuos sólidos  
 Estar cerca al botadero municipal de Tacna  
 Invasiones  
 Quema  
 Elaboración de letreros usando las especies de *Tillandsia*  
 Desconoce

### C. VALORACIÓN AMBIENTAL

13. ¿Considera importante la captura de dióxido de carbono para mejorar la calidad del aire y combatir el cambio climático?

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- No importante

14. ¿Estaría dispuesto a contribuir económicamente por el servicio de captura de dióxido de carbono para la conservación del tillandsial?

- Sí
- No

15. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio ambiental de la captura de dióxido de carbono para la conservación del ecosistema tillandsial?

- 1 sol mensual
- 2 soles mensuales
- 3 soles mensuales
- 4 soles mensuales
- 5 soles mensuales
- 10 soles mensuales
- No deseo pagar

## Anexo 6

### Informe de expertos N°1 del instrumento de investigación

#### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

##### I.- DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del juez: **M.SC. LEO ULISES MICHAELL TIRADO REBAZA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE – UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**
- 1.3. Nombre del instrumento evaluado: **ENCUESTA PARA DETERMINAR LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CO2 DEL ECOSISTEMA TILLANDSIAL**
- 1.4. Autor del Instrumento: **BACH. GRECIA SOLANGE GÓMEZ CÁCERES**

##### II.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1.CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					96 %
2.OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					93 %
3.ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					95 %
4.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					95 %
5.SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente					95 %
6.PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados					96 %
7.CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico - científico					95 %
8.COHERENCIA	Entre los índices, indicadores					95 %
9.METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación					95 %

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: **EL INSTRUMENTO ES APICABLE**

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **95 %**

Lugar y fecha: **TACNA, 23 DE MAYO DE 2024**

  
M.SC. LEO ULISES MICHAELL TIRADO REBAZA  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP 278946

Firma del Experto Informante  
DNI: 73268191

**Anexo 7**  
**Informe de expertos N°2 del instrumento de investigación**

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

I.- DATOS GENERALES:

- 1.4. Apellidos y nombres del juez: **LÓPEZ PUYCAN LUZ ASUNCIÓN**
- 1.5. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE – UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**
- 1.6. Nombre del instrumento evaluado: **ENCUESTA PARA DETERMINAR LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CO2 DEL ECOSISTEMA TILLANDSIAL**
- 1.4. Autor del Instrumento: **BACH. GRECIA SOLANGE GÓMEZ CÁCERES**

II.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1.CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					85%
2.OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					90%
3.ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					95%
4.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					90%
5.SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente					90%
6.PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados					95%
7.CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico – científico					95%
8.COHERENCIA	Entre los índices, indicadores					90%
9.METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación					95%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: **APLICABLE**

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **91.6%**

Lugar y fecha: **TACNA, 24 DE MAYO DE 2024**



Firma del Experto Informante  
DNI: **32738182**

## Anexo 8

### Informe de expertos N°3 del instrumento de investigación

#### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

##### I.- DATOS GENERALES:

- 1.7. Apellidos y nombres del juez: *SEGUNDO MANUEL ALVARADO CONTRERAS*
- 1.8. Cargo e institución donde labora: *DOCENTE – UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN*
- 1.9. Nombre del instrumento evaluado: *ENCUESTA PARA DETERMINAR LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CO2 DEL ECOSISTEMA TILLANDSIAL*
- 1.4. Autor del Instrumento: *BACH. GRECIA SOLANGE GÓMEZ CÁCERES*

##### II.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					95%
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					95%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					95%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					93%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente					96%
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados					95%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico – científico					95%
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores					95%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación					96%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: *APLICABLE*

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *95%*

Lugar y fecha: *TACNA, 24 DE MAYO DE 2024*

Firma del Experto Informante

*[Firma manuscrita]*  
17805751

**Anexo 9**  
**Panel fotográfico**

**Foto 1**

*Vista panorámica de la especie Tillandsia werdermannii Harms*



*Nota.* La foto muestra a la especie *T.werdermannii* ubicado en el distrito Alto de la Alianza

**Foto 2**

*Vista panorámica de la especie Tillandsia purpurea*



*Nota.* La foto muestra a la especie *T. purpurea* ubicado en el distrito Ciudad Nueva

**Foto 3**

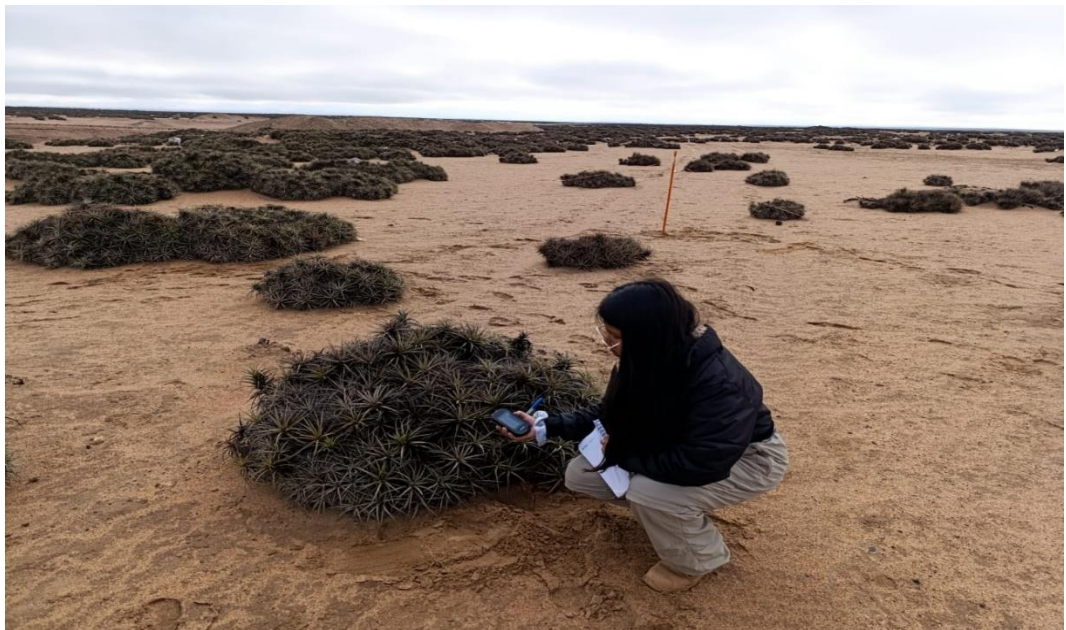
*Vista panorámica de la especie Tillandsia landbeckii*



*Nota.* La foto muestra a la especie *T. landbeckii* ubicado en el distrito Ciudad Nueva

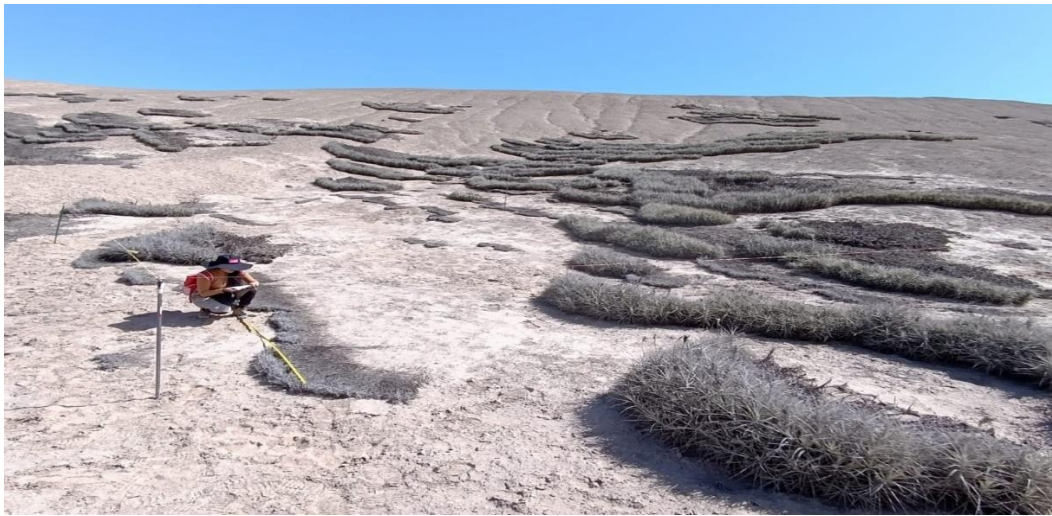
**Foto 4**

*Ubicación de los cuadrantes para la medición de la cobertura usando GPS*



**Foto 5**

*Instalación de cuadrantes para la medición de la cobertura*



**Foto 6**

*Medición de la parte viva de las especies del género Tillandsia para la cobertura*



**Foto 7**

*Medición de la parte muerta de las especies del género Tillandsia para la cobertura*



**Foto 8**

*Maletín con el equipo IRGA EGM-5, linternas y walkie talkies para la medición de captura de dióxido de carbono*



**Foto 9**

*Instalación del equipo IRGA EGM-5*



**Foto 10**

*Medición nocturna de las especies del género Tillandsia para la captura de dióxido de carbono*



### Foto 11

*Aplicación de encuestas en el distrito Alto de la Alianza*



*Nota.* En la presente foto se observa a) encuesta aplicada al género masculino b) encuesta aplicada al género femenino

### Foto 12

*Aplicación de encuestas en el distrito Ciudad Nueva*



*Nota.* En la presente foto se observa a) encuesta aplicada al género masculino en la plaza de Ciudad Nueva b) encuesta aplicada al género femenino en su propio domicilio.