

# Índice General

<b>1. Índice</b>	<b>VI</b>
1.1 Índice de Figuras	<b>IX</b>
1.2 Índice de Tablas	<b>X</b>
<hr/>	
<b>2. Resumen</b>	<b>1</b>
<hr/>	
<b>3. Capítulo 3 Introducción</b>	<b>2</b>
<hr/>	
<b>4. Capítulo 4 Antecedentes</b>	<b>5</b>
<hr/>	
<b>4.1 Residuos Sólidos</b>	<b>5</b>
4.1.1 Definición	<b>5</b>
4.1.2 Problemática	<b>6</b>
<b>4.2 Residuos Orgánicos</b>	<b>8</b>
4.2.1 Definición	<b>8</b>
4.2.2 Problemática	<b>9</b>
4.2.3 Principales Tratamientos	<b>11</b>
<b>5. Capítulo 5 Compostaje</b>	<b>13</b>
<hr/>	

<b>5.1 Compostaje</b>	<b>13</b>
5.1.1 Definición	13
<b>5.1.2 Variables Físico-Químicas</b>	<b>14</b>
5.1.3 Microbiología	17
<b>6. Capítulo 6 Productos de la Composta</b>	<b>19</b>
<hr/>	
<b>6.1 Compost</b>	<b>19</b>
<b>6.2 Lixiviados</b>	<b>19</b>
6.2.1 Definición	19
6.2.2 Antecedentes	20
6.2.3 Características	23
6.3 Nutrientes	24
<b>7. Capítulo 7 Girasol</b>	<b>27</b>
<hr/>	
<b>7.1 Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)</b>	<b>27</b>
7.1.1 Taxonomía y Morfología	27
7.1.2 Necesidades de la Planta	28
7.1.3 Fuente de beneficios	29
<b>8. Capítulo 8 Objetivos</b>	<b>31</b>
<hr/>	

<b>8.1 Objetivo General</b>	<b>31</b>
<b>8.2 Objetivos Específicos</b>	<b>31</b>
<b>9. Capítulo 9 Metodología</b>	<b>32</b>
<hr/>	
<b>9.1 Fase 1 Trabajo en Campo</b>	<b>32</b>
9.1.1 Presentación del Proyecto	32
9.1.2 Descripción del sitio	34
9.1.3 Diseño de la Composta Comunitaria	34
9.1.4 Manejo de la Composta	36
<b>9.2 Fase 2 Trabajo en laboratorio</b>	<b>38</b>
9.2.1 A. Toma de muestra de Lixiviados	38
9.2.2 Análisis Microbiológico de Lixiviados	39
9.2.3 Análisis Químico de Lixiviados	40
9.2.4 Análisis de Metales en Lixiviados	43
9.2.5 B. Toma de Muestra de Suelo	44
9.2.6 Análisis Microbiológico del Suelo	44
9.2.7 Análisis Físico-Químico del suelo	44
9.2.8 Análisis de Metales en el Suelo	47
<b>9.3 Fase 3 Trabajo Experimental</b>	<b>47</b>
9.3.1 Determinación de los Tratamientos	47
9.3.2 Elección del Cultivo	48
9.3.3 Establecimiento del Cultivo	48

9.3.4	Dosificación de Riego	50
9.3.5	Variables de Evaluación	51
9.3.6	Análisis de Datos	53
<b>10. Capítulo 10 Resultados y Discusión</b>		<b>54</b>
<hr/>		
<b>10.1 Fase 1</b>		<b>54</b>
10.1.1	Establecimiento de la Composta comunitaria	54
10.1.2	Trabajo con la Comunidad	56
10.1.3	Logros Obtenidos	57
<b>10.2 Fase 2</b>		<b>60</b>
10.2.1	Resultados de Análisis de Lixiviados	60
10.2.2	Comparación de Muestras de Lixiviados	63
10.2.3	Resultados de Análisis del Suelo	69
<b>10.3 Fase 3</b>		<b>73</b>
<b>11. Capítulo 11 Conclusiones</b>		<b>79</b>
<hr/>		
<b>12. Capítulo 12 Bibliografía</b>		<b>81</b>
<hr/>		
<b>13. Capítulo 13 Apéndice</b>		<b>86</b>
<hr/>		

<b>13.1 Plano 1. Ubicación de la Composta</b>	<b>86</b>
<b>13.2 Plano 2. Diseño de la Composta</b>	<b>87</b>
<b>13.3 Plano 3. Vista Lateral de Cama de Composta</b>	<b>88</b>
<b>13.4 Circular</b>	<b>89</b>
<b>13.5 Cronograma de Trabajo</b>	<b>90</b>
<b>13.6 Propaganda de trabajo Comunitario</b>	<b>91</b>
<b>13.7 Determinación de Bacterias Coliformes</b>	<b>93</b>
<b>13.8 Determinación de pH</b>	<b>96</b>
<b>13.9 Determinación DBO<sub>5</sub></b>	<b>97</b>
<b>13.10 Determinación de N. Total</b>	<b>99</b>
<b>13.11 Determinación de N. Total</b>	<b>99</b>
<b>13.12 Determinación de N. Amoniacal</b>	<b>104</b>
<b>13.13 Determinación de Nitratos</b>	<b>108</b>
<b>13.14 Determinación de Fósforo</b>	<b>111</b>
<b>13.15 Determinación de Cromo Hexavalente</b>	<b>114</b>
<b>13.16 Preparación de Suelo para Plomo y Cadmio</b>	<b>115</b>
<b>13.17 Determinación Plomo y Cadmio</b>	<b>117</b>
<b>13.18 Determinación de Humedad</b>	<b>121</b>
<b>13.19 Determinación de Materia Orgánica</b>	<b>123</b>
<b>13.20 Determinación de Textura</b>	<b>124</b>
<b>13.21 Análisis Estadístico</b>	<b>128</b>

# Índice de Figuras

<b>Figura 1. Residuos sólidos en San Andrés Cholula</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2. Cama de Composta con Residuos Orgánicos</b>	<b>8</b>
<b>Figura 3. Trabajo con la Comunidad</b>	<b>13</b>
<b>Figura 4. Sucesiones Biológicas en la Composta</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5. Flores de Girasol, Cultivadas durante el proyecto</b>	<b>28</b>
<b>Figura 6. H. Ayuntamiento de San Andrés Cholula</b>	<b>32</b>
<b>Figura 7. Capacitación Teórica a padres de familia</b>	<b>33</b>
<b>Figura 8. Jardín de niños “Juan Rulfo”</b>	<b>34</b>
<b>Figura 9. Tubos con caldo lactosado</b>	<b>39</b>
<b>Figura 10. Espectrofotómetro HACH</b>	<b>41</b>
<b>Figura 11. Digestor HACH</b>	<b>46</b>
<b>Figura 12. Invernadero Construido para el experimento</b>	<b>49</b>
<b>Figura 13. Marcaje por color para cada tratamiento</b>	<b>49</b>
<b>Figura 14. Fertilizante Triple 17</b>	<b>50</b>
<b>Figura 15. Riego de lixiviados</b>	<b>50</b>
<b>Figura 16. Riego con Agua</b>	<b>51</b>
<b>Figura 17. Medición de Altura</b>	<b>51</b>
<b>Figura 18. Cosechas de girasoles</b>	<b>52</b>
<b>Figura 19. Secado de raíces lavadas</b>	<b>52</b>
<b>Figura 20. Fragmentos de girasoles</b>	<b>52</b>
<b>Figura 21. Empaque de girasoles</b>	<b>52</b>

<b>Figura 22. Peso seco con la estufa a 105°</b>	<b>52</b>
<b>Figura 23. Planta de girasol con tres primordios florales</b>	<b>53</b>
<b>Figura 24. Toma de datos altura</b>	<b>53</b>
<b>Figura 25. Construcción del piso de cemento</b>	<b>54</b>
<b>Figura 26. Cercado de la composta</b>	<b>54</b>
<b>Figura 27. Aspecto final de la composta comunitaria</b>	<b>55</b>
<b>Figura 28. Participación de padres de familia</b>	<b>57</b>
<b>Figura 29. Herramienta de trabajo</b>	<b>58</b>
<b>Figura 30. Cama 1 con abono cernido, y cama 2 con residuos en descomposición</b>	<b>58</b>
<b>Figura 31. Medios de comunicación</b>	<b>59</b>
<b>Figura 32. Alumno del jardín de niños</b>	<b>59</b>
<b>Figura 33. Escurrimiento de lixiviados de la cama a la canaleta de lix.</b>	<b>61</b>
<b>Figura 34. Escurrimiento de lixiviados a la fosa receptora</b>	<b>61</b>
<b>Figura 35. Determinación de pH</b>	<b>64</b>
<b>Figura 36. Determinación de DBO<sub>5</sub></b>	<b>64</b>
<b>Figura 37. Determinación de Nitrógeno Total</b>	<b>65</b>
<b>Figura 38. Determinación de Nitrógeno Amoniacal</b>	<b>65</b>
<b>Figura 39. Determinación de Nitratos</b>	<b>66</b>
<b>Figura 40. Determinación de Fósforo</b>	<b>66</b>
<b>Figura 41. Determinación de Bacterias Coliformes</b>	<b>67</b>
<b>Figura 42. Aspecto y Turbidez de la muestra V<sub>2</sub> y V<sub>1</sub></b>	<b>68</b>
<b>Figura 43. Toma de muestra compuesta del suelo</b>	<b>72</b>
<b>Figura 44. Muestras de suelo de cada tratamiento después del cultivo</b>	<b>72</b>
<b>Figura 45. Determinación de pH</b>	<b>73</b>

<b>Figura 46. Plantas de girasol cultivadas en maceta</b>	<b>73</b>
<b>Figura 47. Plantas de girasol a peso seco</b>	<b>75</b>
<b>Figura 48. Numero de primordios florales en girasoles cultivados</b>	<b>76</b>
<b>Figura 49. Panorámica de la composta comunitaria “Juan Rulfo”</b>	<b>77</b>

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1. Relación Carbono / Nitrógeno de varios Residuos Orgánicos</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2. Promedio de lixiviados de cuatro compostas por el CWC.</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3. Identificación de color por tratamiento</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 4. Dosis de fertilización por cada tratamiento</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 5. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra V<sub>1</sub></b>	<b>60</b>
<b>Tabla 6. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra V<sub>2</sub></b>	<b>61</b>
<b>Tabla 7. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra N<sub>1</sub></b>	<b>62</b>
<b>Tabla 8. Límites máximos permisibles NOM-EM-034-FITO-2000</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 9. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra SV</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 10. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra SL</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 11. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra SQ</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 12. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra SA</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 13. ANOVA Altura en cm de plantas de girasol cultivadas</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 14. ANOVA Peso seco en gr. de plantas de girasol cultivadas</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 15. ANOVA Número de Primordios florales de plantas de girasol cultivadas</b>	<b>76</b>