

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



**“CIANOBACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO
COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE
MAÍZ”**

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presenta:

Santiago Juárez Gabriela Araceli

Director de Tesis:

Dr. Eustacio Ramírez Fuentes

Puerto Ángel, Oaxaca, 2012.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MARCO TEÓRICO	2
2.1 Importancia de la fijación biológica en el Ciclo del Nitrógeno	2
2.2 Desarrollo del cultivo de maíz y exigencias de Nitrógeno	5
2.3 Problemática ambiental y los fertilizantes nitrogenados	7
2.4 Problemática económica de los agricultores y los fertilizantes químicos	10
2.5 Alternativas de fertilización nitrogenada	12
2.5.1 Fertilizantes de fuentes orgánicas	12
2.5.2 Biofertilizantes	13
2.6 Cianobacterias fijadoras de nitrógeno	15
2.7 Fuentes de nutrición nitrogenada y mecanismos de absorción de las plantas	16
2.8 Estrés y la Clorofila como medida de estrés en las plantas	18
3 ANTECEDENTES	20
4 JUSTIFICACIÓN	21
5 HIPÓTESIS	22
6 OBJETIVOS	22
7 MATERIALES Y MÉTODOS	23
7.1 Acondicionamiento del suelo y análisis físico-químicos	24
7.1.1 pH del suelo (Método electrométrico, NOM-021-RECNAT-2000)	24
7.1.2 Determinación de la humedad del suelo (Método gravimétrico (NOM-021-RECNAT-2000)	25
7.1.3 Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) (Forster , 1995) ...	25

7.1.4	Determinación de Textura del suelo por el método de Bouyocus (NOM-021-REC/NAT-2000).....	26
7.1.5	Determinación de la conductividad eléctrica (CE) (NOM-021-REC/NAT-2000)...	28
7.1.6	Determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Gillman y Sumpter, 1986)	28
7.1.7	Determinación del Contenido de materia orgánica (Greweling y Peech 1960) .	29
7.1.8	Contenido de Nitrógeno Total (NT) (Kjeldahl, NOM-021-REC/NAT-2000).....	30
7.1.9	Determinación de Fósforo (NOM-021-REC/NAT-2000)	31
7.1.10	Densidad real, densidad relativa y espacio poroso (Blake y Hartge, 1968)	34
7.2	Acondicionamiento de las macetas en el invernadero	35
7.3	Diseño experimental y siembra.....	35
7.4	Toma de muestra.....	36
7.5	Extracción y determinación de Clorofila (Mackinney, 1941)	37
7.6	Extracción de Proteínas en raíz y hojas (Lowry, 1951).....	38
7.7	Determinación de Proteínas (Lowry, 1951).....	38
8	RESULTADOS	39
8.1	Características físico químicas del suelo	39
8.2	Concentración de clorofila “a”	40
8.3	Concentración de clorofila “b”	42
8.4	Concentración de proteínas en raíz y hojas	44
8.5	Peso fresco y Peso seco	48
8.6	Talla de plantas.....	52
9	DISCUSIONES	54
9.1	Características físico-químicas del suelo	54
9.2	Clorofila.....	57
9.3	Proteínas en raíz y hojas.....	57
9.4	Peso fresco y peso seco	59
9.5	Talla.....	60
10	CONCLUSIONES	62
11	RECOMENDACIONES.....	63

LITERATURA CITADA.....	65
ANEXO 1 CURVAS DE CALIBRACIÓN.....	LXXIII

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo del Nitrógeno.....	2
Figura 2 Absorción de Nitrógeno en cada etapa fisiológica del maíz. IPF 1988.....	6
Figura 3 Cianobacterias a) <i>Fischerella sp.</i> , filamentosa (100x); b) <i>Chroococcus sp.</i> , unicelular (40x); c) <i>Anabaena sp.</i> , filamentosa.(40x); d) <i>Nostoc sp.</i> , pluricelular (20x). (Fotos de: Hernández, 2010).....	15
Figura 4 Esquema general del trabajo experimental.....	23
Figura 5 Triángulo de textura.....	27
Figura 6 Diseño del experimento en invernadero.....	36
Figura 7 Concentración de clorofila “a”.....	41
Figura 8 Concentración de clorofila “b”.....	43
Figura 9 Concentración de Proteínas en Raíz.....	45
Figura 10 Concentración de Proteínas en Hojas.....	47
Figura 11 Peso fresco de plantas.....	50
Figura 12 Peso seco de Plantas.....	51
Figura 13 Talla de plantas.....	53