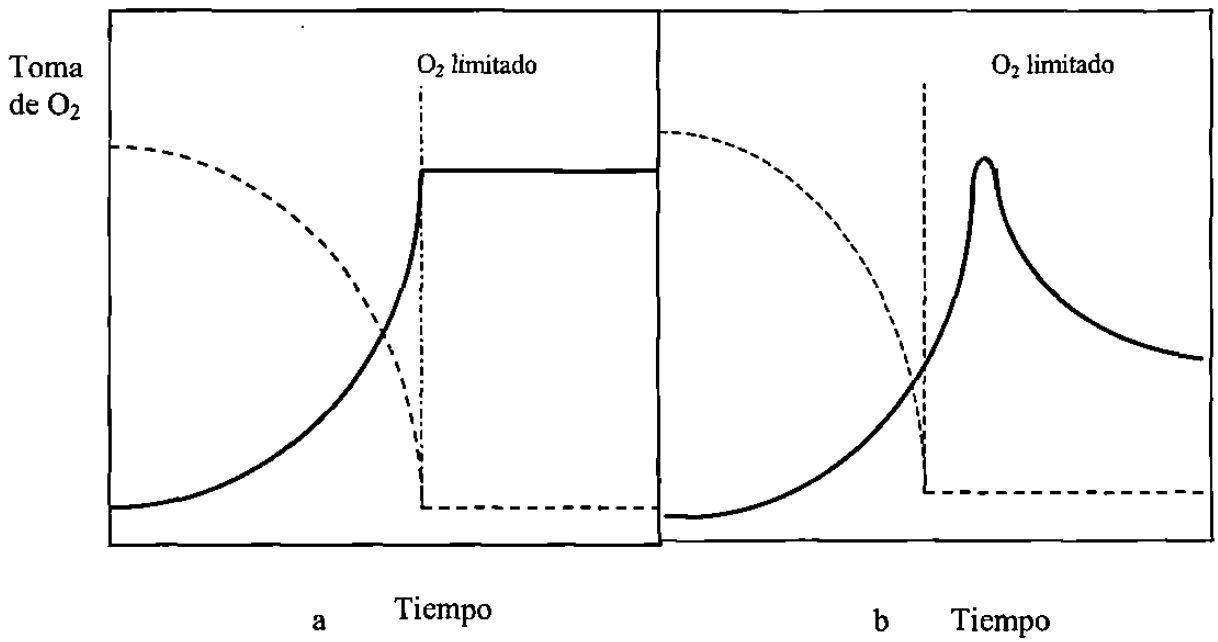
APÉNDICES

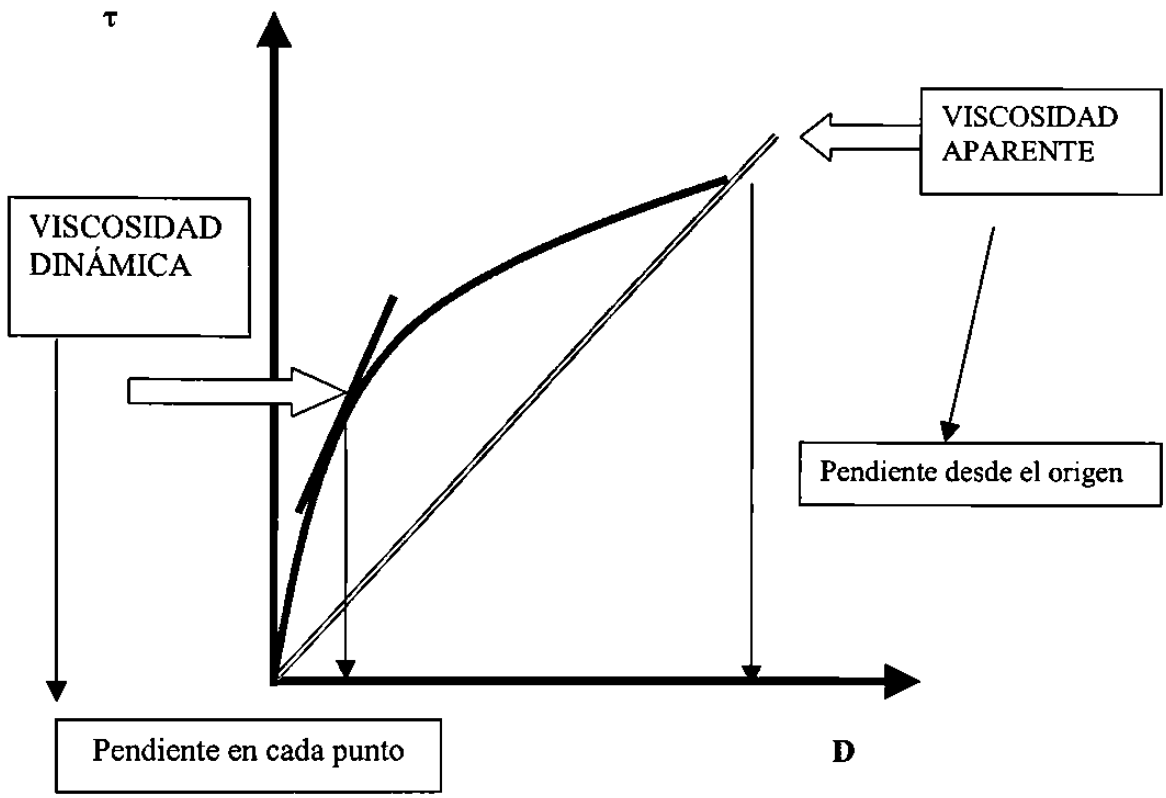
APÉNDICE A

Velocidad de toma de oxígeno y concentración de oxígeno disuelto en condiciones de O_2 limitado, (a) Cultivo bacteriano, (b) Fermentación fúngica; ____ velocidad de absorción de O_2; --------CL, concentración de O_2 disuelto



APÉNDICE B

Curva de fluidez para representar la viscosidad dinámica y aparente



APÉNDICE C

Cálculos del k_La de la fermentación

Cuando el fermentador se encuentra aireado y la concentración de oxígeno disuelto esta cambiando con respecto al tiempo, la transferencia de oxígeno esta dada por:

$$(dC/dt)= k_La(Cg^* - C_L) - QO^2j$$

Se realizo la integración (ver la solución de la integración en apéndice D) de la ecuación anterior y se obtuvo

$$\text{In}\ [\ (Cg^* - C2)/(Cg^* - C1)\ ] = -k_La(t)$$

Como se muestra en el apéndice E se representan los pasos del método indirecto de desgasificación para la medición experimental del k_La en nuestros medios de estudio, se saturo con oxígeno (concentración 100 %), posteriormente se elimina el oxígeno y se burbujea nitrógeno en lugar de aire. Una vez que C_L es casi cero, se introduce oxígeno y se toman lecturas de concentración de oxígeno a diferente tiempo.

Posteriormente se determino el logaritmo a las concentraciones obtenidas de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{In}\ [\ (Cg^* - C2)/(Cg^* - C1)\ ]$$

Donde:

Cg* concentración del oxígeno disuelto en equilibrio con el oxígeno de la fase gaseosa (Constante 100 %)

C_L concentración del oxígeno disuelto en el seno del líquido

C1 concentración inicial del oxígeno disuelto (primera concentración determinada en todo el cálculo)

C2 concentración del oxígeno disuelto en el tiempo t, tiempo (h)

Por ultimo se grafican los resultados obtenidos de la ecuación: In [(Cg* - C2) / (Cg* - C1)] (los valores negativos) contra el tiempo en horas. Donde el valor absoluto de la pendiente de la recta interior ajustada es el coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno (k_La) en h^{-1}, determinado para la condición de operación como se muestra en el apéndice F.

APÉNDICE D

Integración de la ecuación de transferencia de oxígeno disuelto

$$(dC/dt) = kLa(Cg^* - CL) \quad \ldots\ldots 1$$

Despejando y reacomodando la ecuación 1 se tiene:

$$(dC)\,(Cg^* - CL) = k_La\,dt \quad \ldots\ldots 2$$

Integración definidamente de C1 a C2 la ecuación 2 se obtiene:

$$\int_{C1} (dC) / (Cg^* - C_L) = \int k_La\,dt \quad \ldots\ldots 3$$

si $\int (dC) / (C) = \text{In}C$

donde:

$C = Cg^* - C_L$

$dC = 0 - dC_L$

y la $\int dC = C$

Ayres y Mendelson (1991)

entonces la ecuación 3 se transforma en :

$$\int_{C1} (-\,dC) / (Cg^* - C_L) = k_La \int dt$$

La solución de la integral definida es:

$$-\ \text{In}\left[\ Cg^* - C_L\ \right]_{C1} = k_La\,(t)$$

$$\text{In}\left[\ Cg^* - C_L\ \right]_{C1} = -\,k_La\,(t)$$

$$\text{In}(Cg^* - C_L) - \text{In}\,(Cg^* - C_1) = -\,k_La\,(t)$$

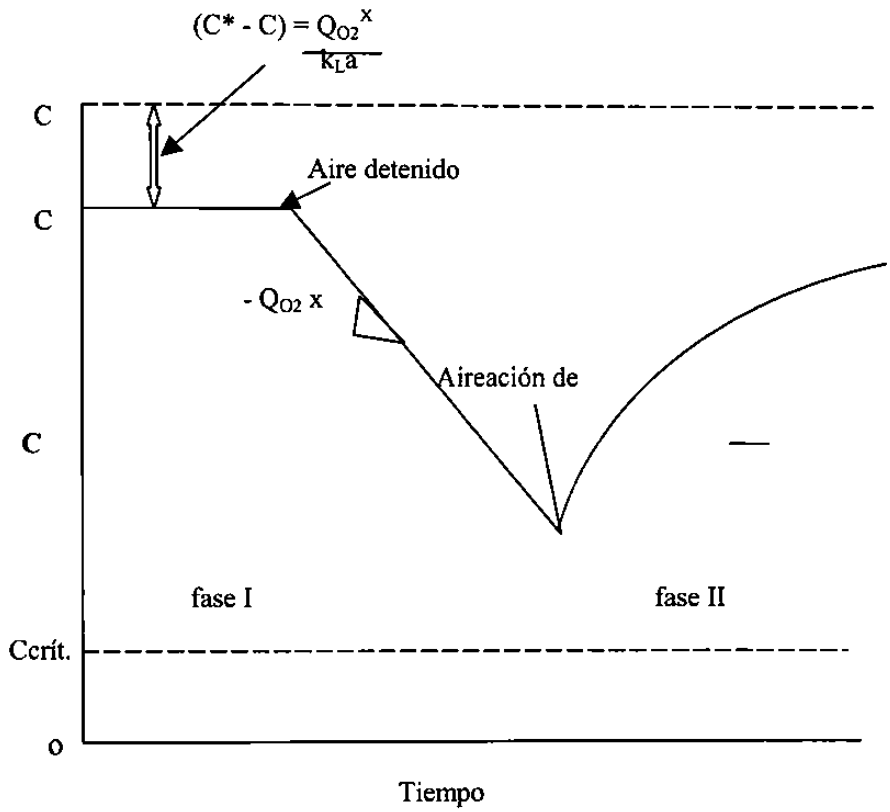
si $\text{In}\left(Cg^* - C_2\right) - \text{In}\left(x\right) - \text{In}\left(y\right)$

La solución de la ecuación 3 (integral definida) es:

$\text{In}\,(Cg^* - C2) / (Cg^* - C1) = -\,k_La\,(t)$

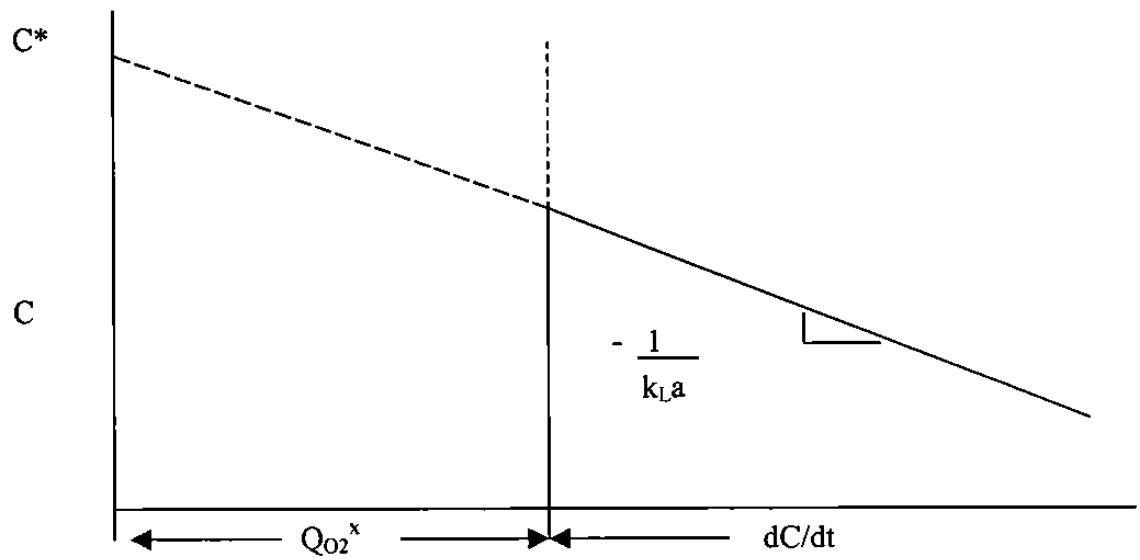
APÉNDICE E

Pasos para evaluar el k_La por el método de desgasificación



APÉNDICE F

Determinación de k_La



APÉNDICE G

Secuencia de cálculo de la correlación para estimar k_La.

Con los valores de k_La experimental evaluado en el apéndice C y la potencia gaseada volumétrica y velocidad superficial del gas, se procedió a la determinación de la constante k, α y β son los coeficientes y para estimar k_La de acuerdo a la ecuación empírica:

$$k_La = K\,(Pg/V)^{\alpha}\,(Vs)^{\beta}$$

Para encontrar los valores de k, α y β de nuestra ecuación $k_La = K\,(Pg/V)^{\alpha}\,(Vs)^{\beta}$, se realizo una regresión lineal a las tres series de datos, empleando el método de mínimos cuadrados, descrito en el apéndice H. Esto es debido a que para resolver la ecuación empírica del k_La se resuelven tres ecuaciones simultaneas por el siguiente método:

A nuestra ecuación: $k_La = K\,(Pg/V)^{\alpha}\,(Vs)^{\beta}$

Aplicamos el logaritmo en ambos lados y se obtiene:

$$\ln(k_La) = \ln K + \alpha \ln(pg/v) + \beta \ln(Vs)$$

Siguiendo el razonamiento del apéndice H se puede llegar a las ecuaciones normales:

$\Sigma \ln(k_La) = nk^* + \alpha\,\Sigma \ln(Pg/V) + \beta\Sigma \ln(Vs)$.....1

$\Sigma\,(Pg/V) \ln(k_La) = k^*\,\Sigma \ln(Pg/V) + \alpha((\ln(Pg/V))^2 + \beta\Sigma \ln(Pg/V) \ln(Vs)$.....2

$\Sigma\,(Vs \ln(k_La) = k^*\,\Sigma \ln(Vs) + \alpha\,\Sigma \ln(Pg/V) \ln(Vs) + \beta\,\Sigma\,(\ln(Vs))^2$ 3

Se determinan las sumatorias y se resuelve por ecuaciones simultaneas las expresiones normales (1, 2 y 3) para finalmente obtener los valores de k, α y β. Puesto que el valor de k* para obtener la constante k, determinamos el exponencial al valor de k* para obtener la constante k.

APÉNDICE H

Método de mínimos cuadrados

Curva de ajuste. A menudo, en la práctica se encuentra que existe una relación entre dos o más variables, y se desea expresar esta relación en forma matemática, determinando una ecuación que conecte las variables.

Regresión. Uno de los propósitos principales de la curva de ajuste es estimar una de las variables (la variable dependiente) de la otra (la variable independiente). El proceso de estimación se conoce como regresión. Si y se va a estimar a partir de x por medio de alguna ecuación, la llamamos ecuación de regresión de y sobre x y a la curva correspondiente, la curva de regresión de y sobre x.

Método de mínimos cuadrados. Generalmente, más de una curva de un tipo dado parece ajustar un conjunto de datos. Para evitar el juicio individual en la construcción de rectas, parábolas, u otras curvas de aproximación, es necesario obtener una definición de la "mejor recta de ajuste", "mejor parábola de ajuste", etc.

De todas las curvas de aproximación de un conjunto de puntos de datos, la curva que tenga la propiedad de que

$$d_1^2 + d_2^2 + \ldots d_n^2 = \text{mínimo}$$

por definición, es la mejor curva de ajuste (Spiegel, 1988; Maisel, 1973).

Siendo"di" la distancia vertical entre el punto (xi, yi) y la curva propuesta. Una curva con esta propiedad se dice que ajusta los datos en el sentido de mínimos cuadrados y se llama curva de regresión de mínimos cuadrados o simplemente curva de mínimos cuadrados.

Línea de regresión. Si la curva que se propone es una recta, la distancia vertical del punto (xi, yi) hasta la recta $y = a + bx$, es:

$$d = | y_i - a\, bx_i |$$

Por lo tanto, los cuadrados de las distancias verticales de los n puntos de una muestra a la recta, tiene la suma:

$$\sum d^2 = u \sum_{i=1}^{n} (y_i - a\, bx_i)^2 \quad \ldots\ldots 4$$

donde "u" es función de a y de b. Para que la ecuación 1 tenga un mínimo, es necesario que:

$$(\partial u/\partial a) = 0 \qquad y \qquad (\partial u/\partial b) = 0$$

por lo tanto:

$$(\partial u/\partial a) = -2 \sum (y_i - a - bx_i)^2 = 0$$

$$(\partial u/\partial b) = -2 \sum x_i (y_i - a - bx_i)^2 = 0$$

y finalmente:

$$\sum y_i = na + b \sum x_i \quad \ldots\ldots 5$$

$$\sum x_i y_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2 \quad \ldots\ldots 6$$

Las ecuaciones 5 y 6 se conocen como ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados, las cuales, resolviéndolas por simultáneas, se determinan las constantes a y b, quedando de esta forma determinada la recta que se propuso.

<u>Curva de regresión múltiple.</u> Las definiciones anteriores también pueden generalizarse a más variables. Si hay una relación lineal entre una variable dependiente z y dos variables independientes x, y, entonces se buscara una ecuación conectando las variables que tenga la forma:

$$z = a + bx + cy \quad \ldots\ldots 7$$

Puesto que la ecuación 7 representa un plano en un sistema de coordenadas rectangulares tridimensional, se llama, con frecuencia, plano de regresión. Para hallar el plano de regresión de mínimos cuadrados determinamos a, b y c de la ecuación 7.

APÉNDICE I

Análisis de Varianza Factorial obtenidos en la producción de las blastosporas de *P. fumosoroseus* a nivel fermentador con ambos tratamientos.

Tiempo	t	Sig.
12	2.4568	NS
24	14.8807	AS
36	10.7589	AS
42	48.1595	AS
60	34.0501	AS
72	24.1904	AS

Prueba t (student) α 0.01
AS=Alta diferencia significativa
NS=No existe diferencia significativa

APÉNDICE J

Análisis de Varianza Factorial obtenidos del peso seco de las blastosporas a nivel fermentador con ambos tratamientos.

Tiempo	t	Sig.
0	3.461	NS
12	1.5613	NS
24	10.1129	AS
36	8.5395	DS
42	9.0312	DS
60	23.8629	AS
72	25.5339	AS

Prueba t (student) α 0.05
AS=Alta diferencia significativa DS= Diferencia significativa
NS=No existe diferencia significativa

APÉNDICE K

Análisis de Varianza Factorial obtenidos del consumo de azúcares de *P. fumosoroseus* a nivel fermentador con ambos tratamientos.

Tiempo	t	Sig.
0	2.0000	NS
12	0.0000	NS
24	3.4641	NS
36	55.0000	AS
42	15.5855	AS
60	8.0000	DS
72	1.0000	NS

Prueba t (student) α 0.05
AS=Alta diferencia significativa DS= Diferencia significativa
NS=No existe diferencia significativa

APÉNDICE L

Análisis de varianza factorial de los resultados de sobrevivencia de las blastosporas formuladas con tierra de diatomeas, con ambos tratamientos.

*Tiempo (días)	F. calculada	P. error	Significancia
7	42.250	.003	AS
14	25.00	.007	AS
21	25.00	.007	AS
28	42.250	.003	AS
60	13.141	.022	AS
90	156.800	.000	AS
120	529.000	.000	AS
150	3364.000	.000	AS

Prueba t (student) α 0.05
*Análisis entre los dos tratamientos
AS=Alta diferencia significativa
NS=No existe diferencia significativa

APÉNDICE M

Análisis de varianza factorial de los resultados de sobrevivencia de las blastosporas formuladas sin tierra de diatomeas, con ambos tratamientos.

*Tiempo (días)	F. calculada	P. error	Significancia
7	1.600	.275	DS
14	4.900	.091	NS
21	2.273	.206	DS
28	.346	.588	DS
60	1.143	.345	DS
90	28.409	.006	DS
120	18.270	.013	DS
150	1.923	.238	NS

Prueba t (student) α 0.05
*Análisis entre los dos tratamientos
AS= Alta diferencia significativa
NS= No existe diferencia significativa
DS= Diferencia significativa

APÉNDICE N

Valores de las diferentes dosis empleadas

Medio	Dosis	Concentración Líquida mL / L	Concentración Sólida g / L
	1	0.7	5.5
**M. Jackson	2	1.4	11
	3	2.1	16.5
	1	0.3	1.6
*C. Rivas	2	0.6	3.2
	3	0.9	4.8
Specifik ®	--- única	___	1
Endosulfan	--- única	6	___
Testigo	+	___	___

1-Dosis baja, 2-Dosis media, 3-Dosis alta
+ Aplicación con agua solamente
*C. Rivas $2.3x10^{10}$ blastosporas/mL **M. Jackson $2.7x10^{8}$ blastosporas/mL
--- Dosis recomendada por el fabricante (Specifik® $1x10^{11}$ esporas/ha) (Endosulfan)

APÉNDICE O

Comparación de medias de los tratamientos con *P. fumosoroseus* 612 aplicados contra *B. argentifolii* en cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) al segundo día después de la aplicación

Variable	Suma de Cuadrados	g.l	Fc	P>F	CVx100
Ninfas vivas	201,932.50	14	5.16	0.0001	172.2
Ninfas vivas (Transf. log)	78.2	14	5.08	0.0001	34.9
Ninfas infectadas	49,092.37	14	3.91	0.0001	93.4
Ninfas infectadas (Transf. log)	117.85	14	11.22	0.0001	29.2
Ninfas parasitadas	47,853.76	14	5.06	0.0001	126.36
Ninfas parasitadas (Transf. log)	84.61	14	10.25	0.0001	30.65
Total de ninfas	48,1987.0	14	4.19	0.0001	96.2
Total de ninfas (Transf. log)	26.9	14	3.52	0.0001	17.6
Porcentaje de ninfas infectadas	63,998.7	14	10.4	0.0001	40.9
Porcentaje de ninfas infectadas (Transf. arcoseno)	9.2	14	10.9	0.0001	30.9
Porcentaje de ninfas parasitadas	17,341.1	14	8.6	0.0001	55.0
Porcentaje de ninfas parasitadas (Transf. arcoseno)	2.6	14	8.6	0.0001	31.8

APÉNDICE P

Comparación de medias de los tratamientos con *P. fumosoroseus* 612 aplicados contra *B. argentifolii* en cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) al cuarto día después de la aplicación

Variable	Suma de Cuadrados	g.l	Fc	P>F	CVx100
Ninfas vivas	29,760.9	14	1.9	0.0300	102.5
Ninfas vivas (Transf. log)	16.4	14	2.0	0.0100	23.8
Ninfas infectadas	75,152.3	14	7.9	0.0001	80.1
Ninfas infectadas (Transf. log)	139.5	14	21.1	0.0001	22.9
Ninfas parasitadas	23,293.3	14	4.8	0.0001	99.9
Ninfas parasitadas (Transf. log)	60.3	14	5.6	0.0001	35.5
Total de ninfas	169,905.5	14	3.9	0.0001	66.2
Total de ninfas (Transf. log)	22.5	14	3.8	0.0001	15.6
Porcentaje de ninfas infectadas	45,594.8	14	12.0	0.0001	34.0
Porcentaje de ninfas infectadas (Transf. arcoseno)	6.3	14	13.8	0.0001	23.8
Porcentaje de ninfas parasitadas	15,082.0	14	6.6	0.0001	60.7
Porcentaje de ninfas parasitadas (Transf. arcoseno)	2.2	14	6.4	0.0001	35.2

APÉNDICE Q

Comparación de medias de los tratamientos con *P. fumosoroseus* 612 aplicados contra *B. argentifolii* en cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) al sexto día después de la aplicación

Variable	Suma de Cuadrados	g.l	Fc	P>F	CVx100
Ninfas vivas	25,851.8	14	2.3	0.008	85.0
Ninfas vivas (Transf. log)	20.4	14	2.5	0.004	23.7
Ninfas infectadas	59,364.76	14	7.8	0.0001	65.6
Ninfas infectadas (Transf. log)	138.4	14	29.6	0.0001	18.2
Ninfas parasitadas	29,440.40	14	3.2	0.0002	128.0
Ninfas parasitadas (Transf. log)	63.6	14	6.7	0.0001	32.4
Total de ninfas	188,747.8	14	3.6	0.0001	68.6
Total de ninfas (Transf. log)	23.8	14	4.5	0.0001	14.4
Porcentaje de ninfas infectadas	37,369.5	14	11.3	0.0001	30.2
Porcentaje de ninfas infectadas (Transf. arcoseno)	5.4	14	13.6	0.0001	21.2
Porcentaje de ninfas parasitadas	14,028.1	14	9.9	0.0001	50.8
Porcentaje de ninfas parasitadas (Transf. arcoseno)	2.0	14	9.4	0.0001	28.2

RESUMEN CURRICULAR

Mónica Guadalupe Lozano Contreras

Candidato para el Grado de

Doctor en Ciencias con Especialidad en Biotecnología

Tesis: PRODUCCIÓN DE ***Paecilomyces fumosoroseus*** Brown & Smith Y EVALUACIÓN DE SU EFECTIVIDAD BIOLÓGICA CONTRA ***Bemisia argentifolii*** Bellows & Perring EN CULTIVO DE ALGODÓN ***Gossypium hirsutum*** **L**

Campo de Estudio: Biotecnología

Datos Personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León, el 8 de Abril de 1978

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Químico Bacteriólogo Parasitólogo en 2001

Experiencia Profesional: Jefe de la Unidad de Ingeniería Bioquímica, del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Monterrey, desde 2007, asistente de investigación en la Unidad de Bioprocesos de la Facultad de Ciencias Biológicas desde 2001.