

# Manejo de un Sistema de Recirculación en Acuicultura (RAS) con energía renovable para el cultivo de paco.

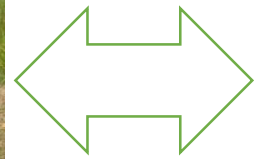




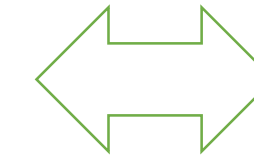
# Retos para el desarrollo de la Acuicultura en el Perú



Cultivo Extensivo sin Tecnología



Cultivo Intensivo con Tecnología desarrollado en el Perú



- Romper mitos (En el Perú si se puede)
- Lo aprendí en los 70s yo puedo hacerlo
- Todo lo se , todo lo puedo
- Imposible esos peces viven solo 1 o 2 por m2 (Necesitan agua y espacio)



Como abarato costos





# Situación Actual de la Acuicultura en la Selva de Perú



Cultivo 1 Pez por m2

Cultivo en Tanques Rústicos

Drenajes mal dimensionados

Pocos Recambios de Agua (Acumulación de Sólidos Al fondo-=falta de Oxígeno)

Aguas Contaminadas por Minería Ilegal-Uso domestico-Envenenamiento

Improvisación en los diseños.

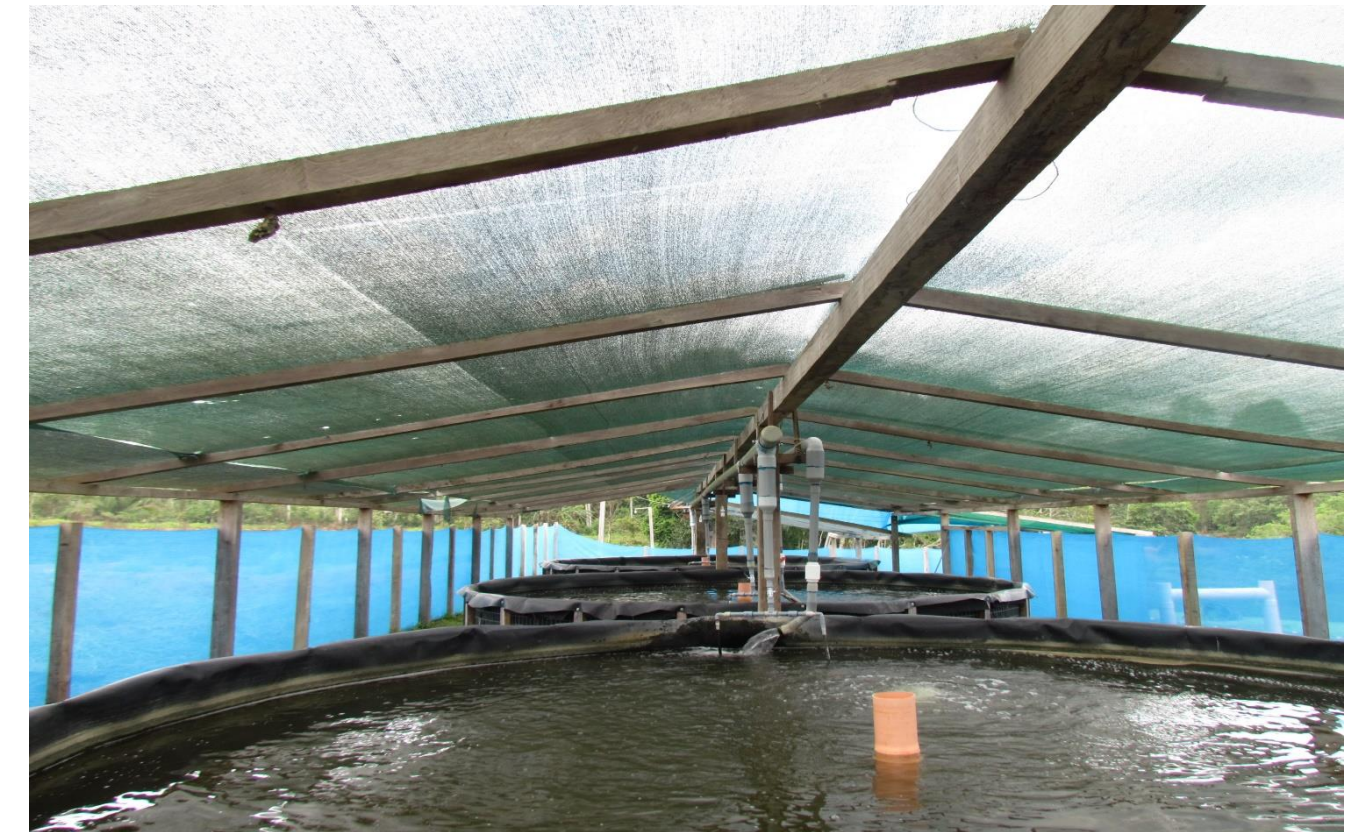
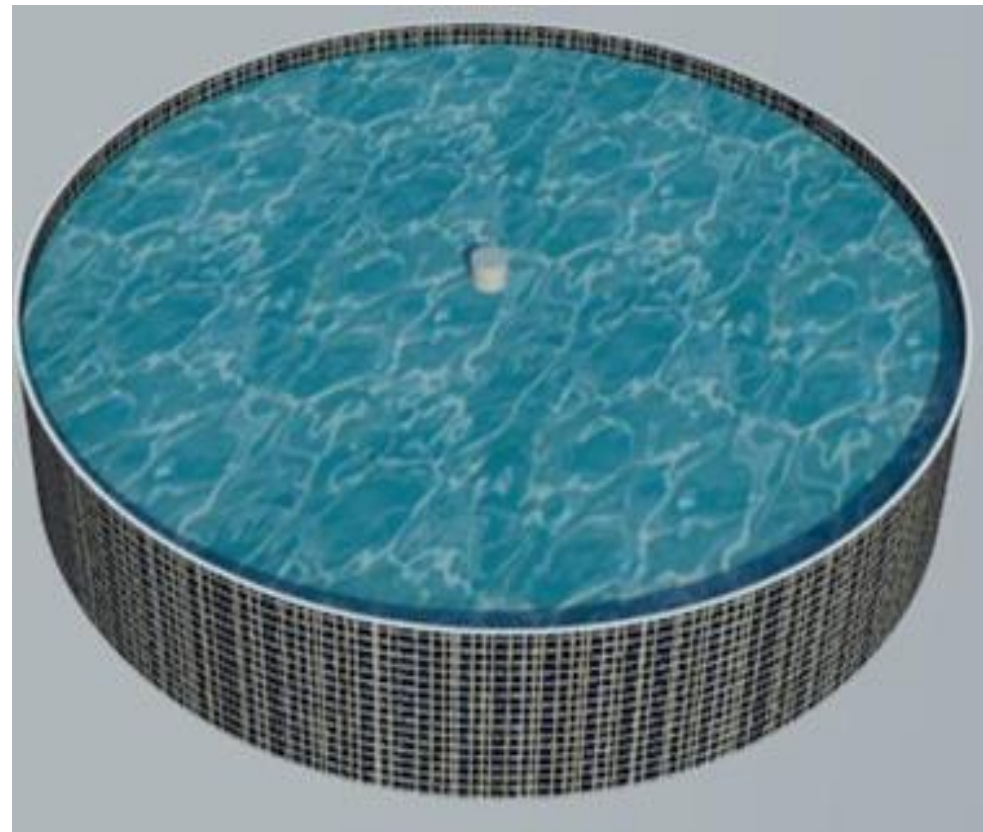
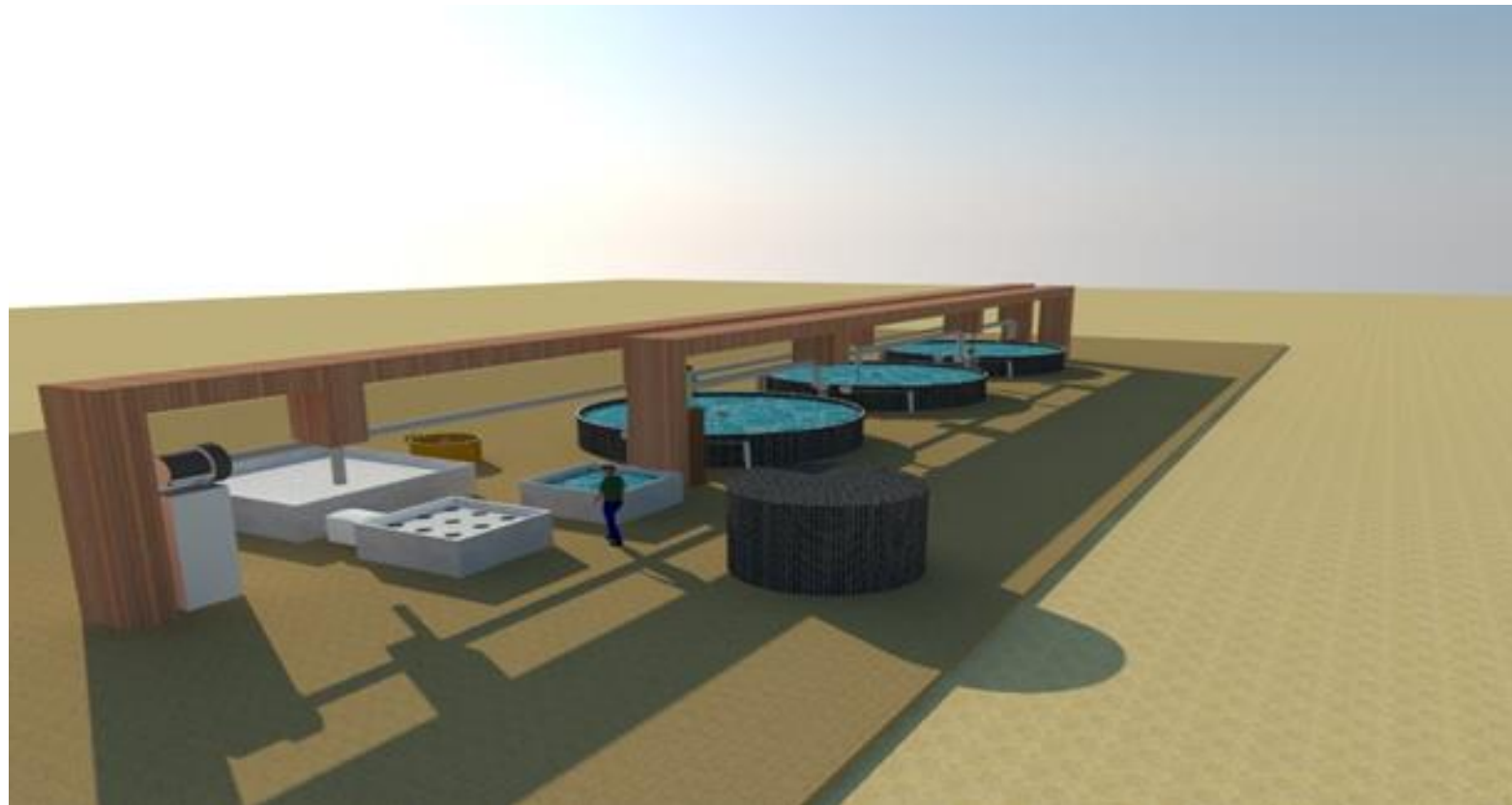
Yo se todo, todo lo puedo.



# Capacidad de Carga en Sistema de Recirculación en Sistemas de Aireación

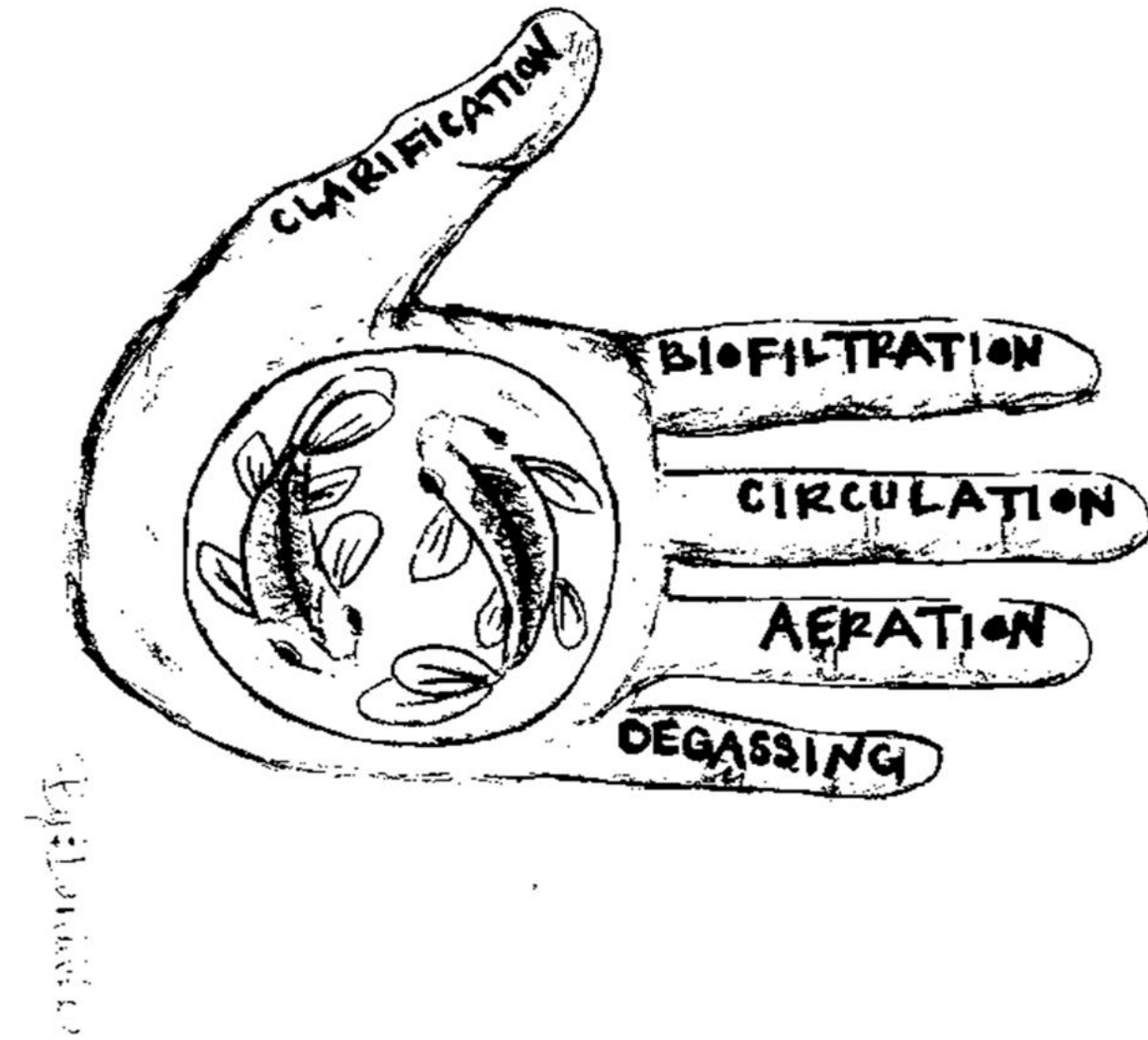


Deseamos cultivar pez Paco (*Piaractus Brachypomus*) en su etapa de engorda. Densidad de 30kg/m<sup>3</sup> en Madre de Dios en 3 tanques de 6.2m de diámetro y altura de 1.20m de altura total del tanque de cultivo. Obtendremos una producción de 900 kilogramos de Paco por cada tanque de cultivo. Lo que nos daría una producción de 2700 kilogramos total en el sistema.





# Componentes de un Sistema de Recirculación



Alimento





# Circulación



- Recambio Total 100 min
- Tanque Circular Mejor Circulación
- Pendiente Tanque 5% al Centro
- Aireación remueve solidos parte lateral tanque
- Menos gasto de Electricidad que tanques rectangulares



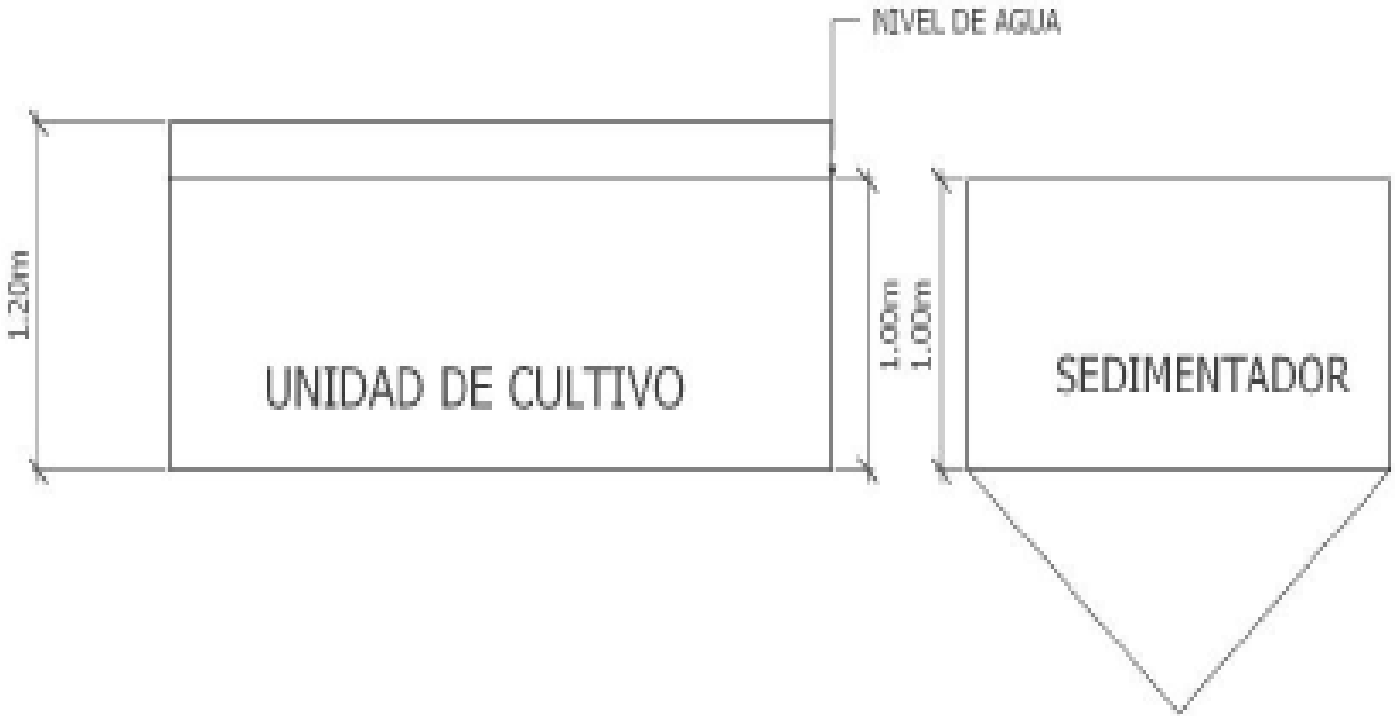
UNIDADES DE CULTIVO Y RECAMBIOS DE AGUA		
Numero Total de Tanques	3	
Volumen Total de Tanques de Cultivo	90	m3
Volumen Total de Tanques de Cultivo en Litros	90000	Litros
Tiempo de Retencion Recomendado (Optimo)	120	120 minutos (Rakocy)
Tiempo de Retencion Recomendado (Optimo)	30	min
Flujo Recomendando para AutoLimpieza de Tanques	750	Litros por Minuto
Flujo Recomendando para AutoLimpieza de Tanques	203	gpm
Flujo por Tanque de Cultivo	68	gpm
Recambio Real de Agua	114	min
Porcentaje de Recambio de agua por Dia	10%	
Flujo de Recambio de Agua	0.017	gpm
Flow Reuse Fraction, R	0.9999	



# Remoción de Sólidos



- Pendiente tanque 5%
- Angulo ingreso Agua 45°
- Efecto tasa de Te
- Remoción de Solidos Sedimentables en 15min
- Remoción Solidos Solubles (Mineralizador)
- MBBR remueve solidos quedan del mineralizador



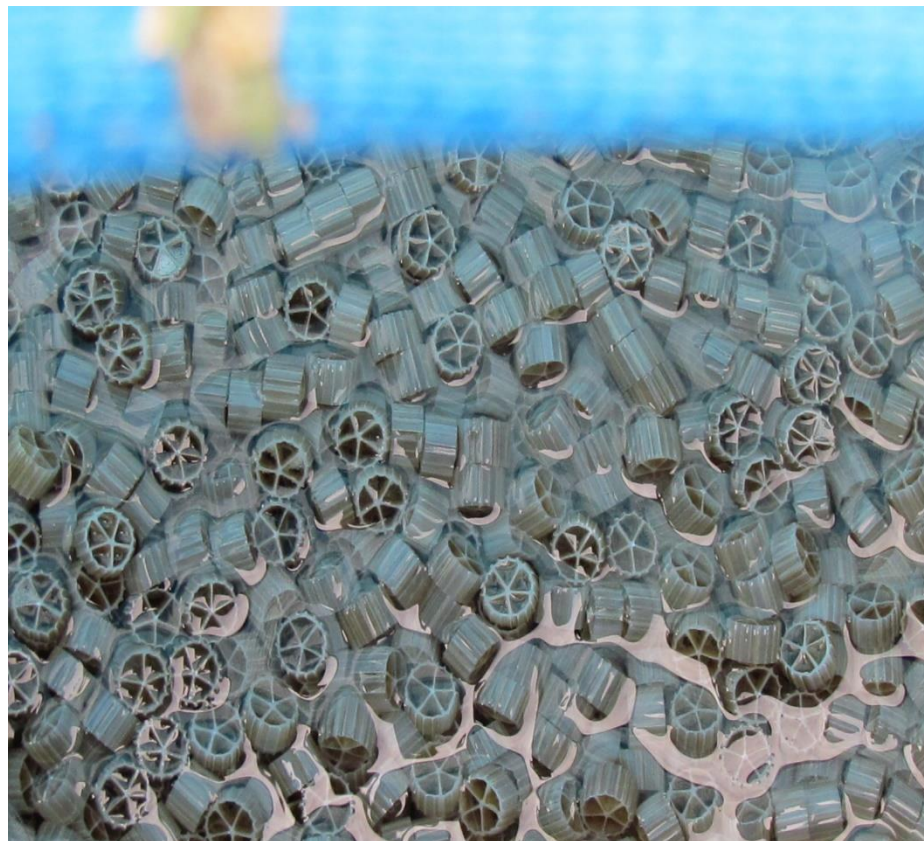
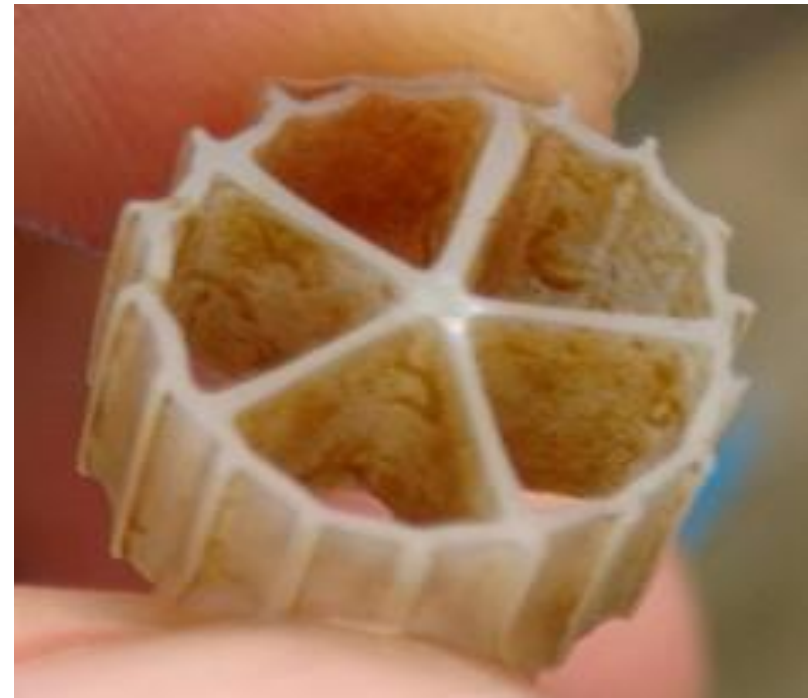
PRODUCCION DE SOLIDOS X UNIDAD DE CULTIVO		
SOLIDOS GENERADOS POR ALIMENTO POR DIA	0.30	kg TSS/kg feed
PRODUCCION DESOLIDOS	8.1	kg Solids/day
Volumen (gal)	2,140	gal/day
Solidos Suspendidos totales	88	gpm
Est. % Removido Mineralizador	4.1	kg Solids/day
Est. % Removido Clarificador	4.1	kg Solids/day







# Remoción de Amonio



Growth System								
Design Criteria	Nominal				Start by inputing Required TAN Removal or calculate from feed rate/day			
	Ratio: Height/Diameter:	1						
	Retention Time (min)	4			Feed/day (lbs/day)	Protein (%)	TAN/day g TAN/ day)	
	Flux Rate: (gpm/ft³)	0.7						
	Fill:	50%		27 59.4	59.4	32	794	
	VTR:      (g TAN/m³) (g TAN/ft³)	605 17.1						
	Design VTR (15% safety factor):	34%	514					
	Air Flow  (cfm/ft³)	0.678						
Number of MBBR:	1.0							
	Media (ft³)		Reactor Volume (ft³)			Reactor Volume (gal)		
Required TAN Removal	(ft³)	(m³)	40%	50%	65%	40%	50%	65%
(g TAN/ day)								
794	4567.0	1.00	800	980	7689	5984	7330	57514



# Aireación u Oxigenación



PRODUCCION DE OXIGENO			
Saturacion de Oxigeno Disuelto en mg/L	7.7879 mg/L		
Ingreso de Oxigeno	7.3985 mg/L		
Salida de Oxigeno	6.9515 mg/L		
Tratamiento externo sumergido 0=No 1=Si	0		
Consumo diario de Oxigeno por Peces y Bacterias	0.5		
Oxigeno Usado por tratamiento de nitrificacion externo	0		
Oxigeno Usado para nitrificacion en Tanques	4.4	kg O/Día	
Oxigeno usado de pez relacionado con alimentacion	18.9	kg O/Día	
Total de Oxigeno consumido por día	23.3	kg O/Día	
Cantidad de Alimentación Diaria	3	Veces x Día	
Ración Diaria de Alimento en Kilogramos	12.6	Kg Alimento x Día	
Total de Oxigeno Requerido por Alimento Diario	6.3	kg O2 x Kg Alimento Diario	
Tiempo Entre Alimentaciones	3	Horas	
Total de Oxigeno Requerido Kg/Hr	2.1	O2 Kg/Hr	
Potencia del blower (hp) =	0.93 0.759779507	1.22	hp











# Desgasificación



Producción de Dioxido de Carbono		
<b>Demanda de Oxigeno</b>	<i>170.7</i>	g O2/hr
<b>Numero de Peces</b>	<i>4500.0</i>	Peces
<b>Demanda de Oxigeno (Tasa Especifica)</b>	<i>118</i>	mg/kg/hr
<b>Factor Seguridad Oxigeno</b>	<i>25%</i>	
<b>Producción de Dioxido de Carbono</b>	<i>15.0383586</i>	mg/l

















# Tabla de Alimentación Paco



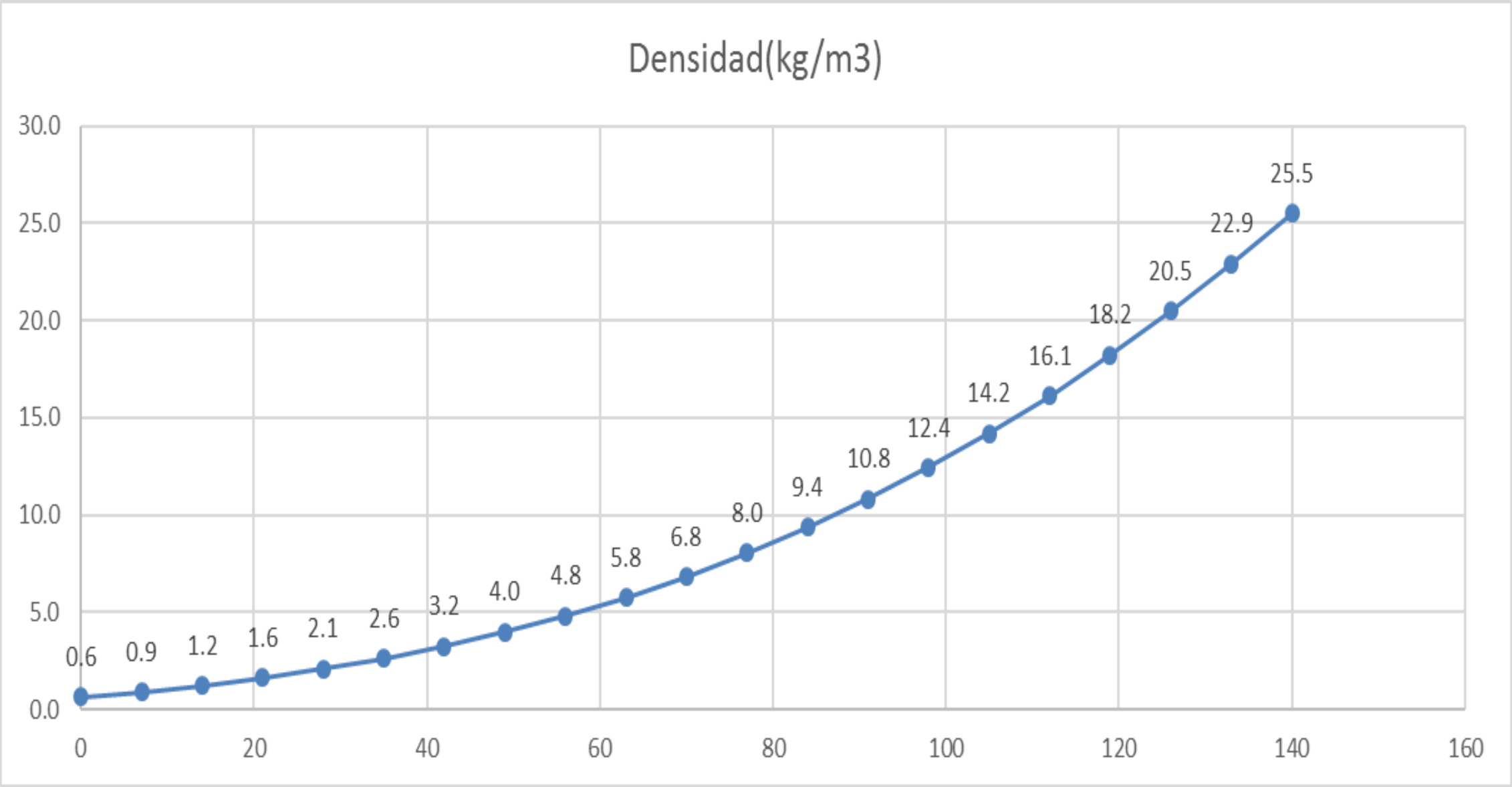
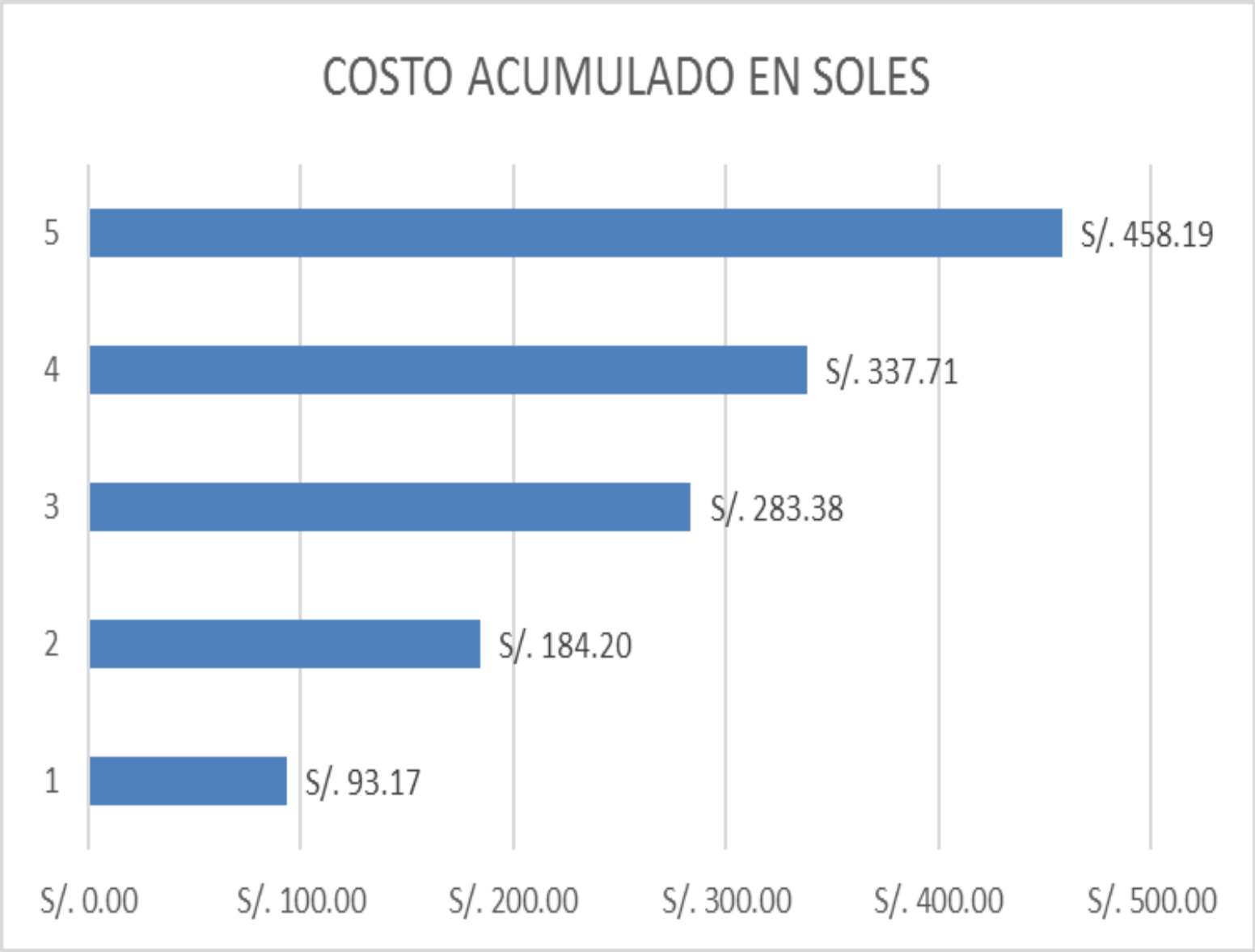
Fase	Días	No. Orgs	sobrevivencia	Peso prom Día (grs)	Longitud en Pulgadas	Longitud en Centimetros	Crecim/sem (grs)	Crecim/día (grs)	Peso ganado un Dia despues cosecha	Indice de Condicion	Biomasa (kgs)	Densidad(kg/m3)
Preengorda	0	1,500	100%	5	2	5	12.5		0.00	5.00	19	0.62
	7	1,493	99.5%	2.5	2	5	17.8	2.5	0.01	1.79	27	0.89
	14	1,485	99.5%	3.5	2	6	24.5	3.5	0.01	1.79	36	1.21
	21	1,478	99.5%	4.7	3	6	32.6	4.7	0.01	1.79	48	1.61
	28	1,470	99.5%	6.1	3	7	42.4	6.1	0.02	1.79	62	2.08
	35	1,463	99.5%	7.7	3	8	53.9	7.7	0.02	1.79	79	2.63
Engorda	42	1,434	100.0%	9.6	3	8	67.4	9.6	0.03	1.79	97	3.22
	49	1,432	99.9%	11.9	3	9	83.0	11.9	0.03	1.79	119	3.96
	56	1,431	99.9%	14.4	4	9	100.8	14.4	0.04	1.79	144	4.81
	63	1,429	99.9%	17.3	4	10	120.9	17.3	0.05	1.79	173	5.76
	70	1,428	99.9%	20.5	4	10	143.6	20.5	0.06	1.79	205	6.83
	77	1,426	99.9%	24.1	4	11	168.9	24.1	0.07	1.79	241	8.03
	84	1,425	99.9%	28.2	5	12	197.1	28.2	0.08	1.79	281	9.36
	91	1,424	99.9%	32.6	5	12	228.2	32.6	0.09	1.79	325	10.83
	98	1,422	99.9%	37.5	5	13	262.5	37.5	0.10	1.79	373	12.44
	105	1,421	99.9%	42.9	5	13	300.0	42.9	0.12	1.79	426	14.21
	112	1,419	99.9%	48.7	5	14	340.9	48.7	0.14	1.79	484	16.13
	119	1,418	99.9%	55.1	6	15	385.4	55.1	0.15	1.79	546	18.21
	126	1,417	99.9%	61.9	6	15	433.6	61.9	0.17	1.79	614	20.47
	133	1,415	99.9%	69.4	6	16	485.6	69.4	0.19	1.79	687	22.91
	140	1,414	99.9%	77.4	6	16	541.7	77.4	0.22	1.79	766	25.53







# Costos Alimentación y Densidad de Cultivo



Superamos la meta establecida estamos en los 35kg/m3



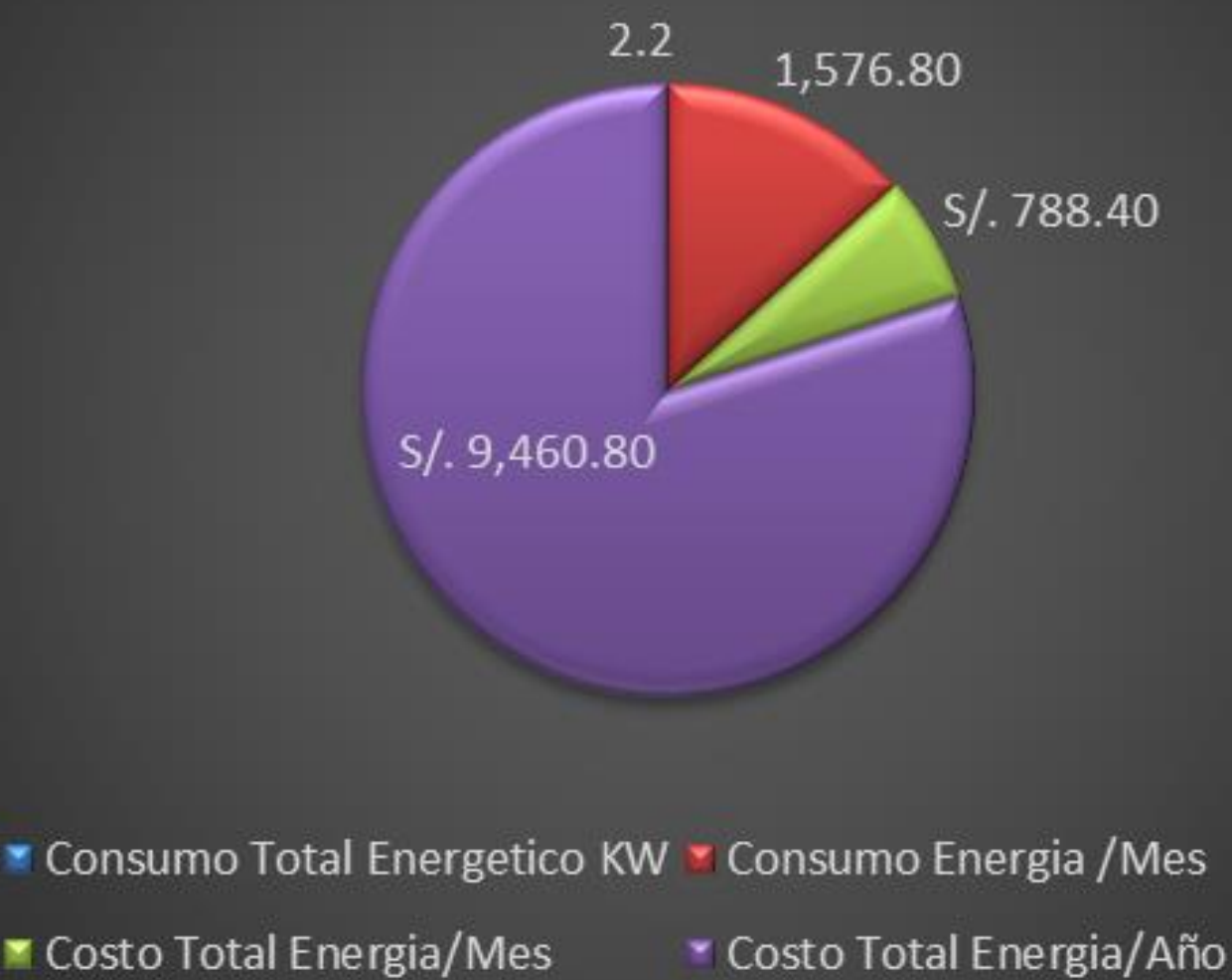




# Consumo y Gasto de Energía Eléctrica



Gasto y Consumo de Energía



Consumo de luz		
Mes	kw	Costo mensual
Ene	2.2	S/. 788.40
Feb	2.2	S/. 788.40
Mar	2.2	S/. 788.40
Abr	2.2	S/. 788.40
May	2.2	S/. 788.40
Jun	2.2	S/. 788.40
Jul	2.2	S/. 788.40
Ago	2.2	S/. 788.40
Sep	2.2	S/. 788.40
Oct	2.2	S/. 788.40
Nov	2.2	S/. 788.40
Dic	2.2	S/. 788.40
	Costo fijo mensual	S/. 788.40
	Costo fijo anual	S/. 9,460.80

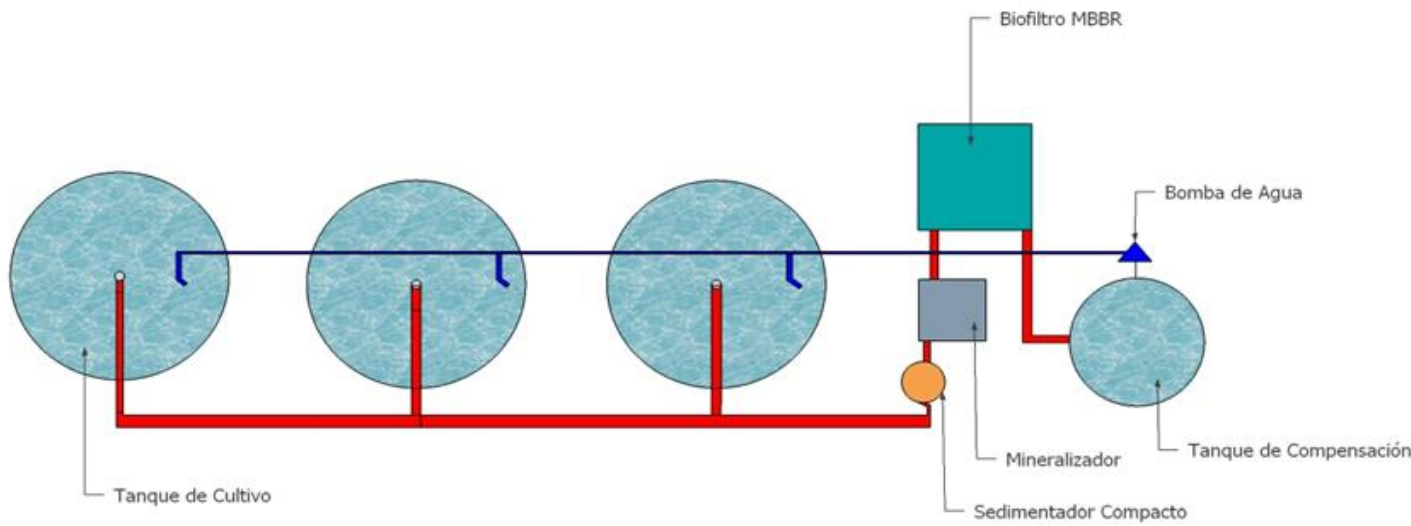


# Sistema de Recirculación Intensivo Paco en Madre de Dios con Paneles Solares



Consumo Total Energetico KW		3.2
Consumo Energia /Mes		2268.0
Costo Total Energia/Mes	S/.	1,588
Costo Total Energia/Año	S/.	19,051

Con Panel Solar  
GASTO CERO









# INVERSIÓN



CONCEPTO	VALOR DE COMPRA	VIDA CONTABLE	DEPRECIACION ANUAL	AÑOS DEPRECIACION	DEPRECIACION ACUMULADA
TRABAJO PRELIMINAR (OBRA CIVIL Y ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO)	S/. 2,000.00	10	S/. 200	4	S/. 800.00
UNIDADES DE CULTIVO (TANQUES DE GEOMEMBRANA Y SOPORTES)	S/. 20,150.00	10	S/. 2,015	10	S/. 20,150.00
INSTALACIONES	S/. 10,000.00	10	S/. 1,000	4	S/. 4,000.00
SISTEMA DE REMOCION DE SOLIDOS (CLARIFICADOR Y MINERALIZADOR)	S/. 13,600.00	5	S/. 2,720	5	S/. 13,600.00
SISTEMA DE REMOCION DE AMONIO (CONTENEDOR Y MATERIAL FILTRANTE KALDNESS)	S/. 7,916.20	2	S/. 3,958	2	S/. 7,916.20
TANQUE DE COMPENSACION	S/. 1,500.00	10	S/. 150	5	S/. 750.00
AIREACION PARA SISTEMA RECIRCULACION (BLOWER, MANGUERA MICROPOROSA)	S/. 6,500.00	10	S/. 650	2	S/. 1,300.00
EQUIPOS DE BOMBEO DE CIRCULACION (BOMBA DE AGUA 7X 24)	S/. 8,000.00	10	S/. 800	4	S/. 3,200.00
EQUIPOS DE MONITOREO Y CALIDAD DE AGUA	S/. 2,825.05	5	S/. 565	2	S/. 1,130.02
EQUIPO DE ACUACULTURA	S/. 1,507.00	2	S/. 754	1	S/. 753.50
INVERNADERO REQUERIDO PARA EL PROYECTO	S/. 6,000.00	10	S/. 600	2	S/. 1,200.00
PANELES SOLARES	S/. 30,000.00	10	S/. 3,000	6	S/. 18,000.00
LICENCIA INTELECTUAL Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA	S/. 20,000.00				
EQUIPO DE RESPALDO GRUPO ELECTROGENO REQUERIDO PARA EL PROYECTO	S/. 10,000.00	10	S/. 1,000	3	S/. 3,000.00
IMPREVISTOS	S/. 1,399.98				
INVERSION TOTAL	S/. 141,398.23			VALOR LIBRO	S/. 75,799.72



# Utilidad Neta y Recuperación de Inversión



PROYECTO VENTA RESTAURANTE				
AÑO	PRODUCCION ANUAL	INGRESO	EGRESO	UTILIDAD NETA
0				-141,896
1	6,300	S/. 157,500	S/. 40,908	S/. 116,592
2	8,100	S/. 202,500	S/. 40,908	S/. 161,592
3	8,100	S/. 202,500	S/. 40,908	S/. 161,592
4	8,100	S/. 202,500	S/. 40,908	S/. 161,592
5	8,100	S/. 202,500	S/. 40,908	S/. 161,592
	total en producción 5 Años			762,962
Precio Venta (precio Makro)	S/. 25.00		TIR	94%
			VAN	621,076
		PERIODO DE RECUPERACION CAPITAL		1 AÑO 3 MESES 78 DÍAS
			B/C	5.4



# COSTOS VARIABLES, FIJOS Y PLAN DE PRODUCCION EN RAS



# de Tanques	Volumen	Densidad (kg/m3)	MES	AÑO 2												Produccion Tanque KG
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tanque 1	30	30	Siembra													
			Cosecha (KG)				900				900				900	2700
Tanque 2	30	30	Siembra													
			Cosecha (KG)	900				900				900				2700
Tanque 3	30	30	Siembra													
			Cosecha (KG)		450	450			900				450	450		2700
Producción Anual				8100												

COSTOS ANUALES						
CONCEPTO		1	2	3	4	5
COSTOS VARIABLES ACUICULTURA						
Crias de alevines	S/. 810	S/. 810	S/. 810	S/. 810	S/. 810	S/. 810
Alimento Balanceado	S/. 29,116	S/. 29,116	S/. 29,116	S/. 29,116	S/. 29,116	S/. 29,116
Adicion de Sales	S/. 840	S/. 840	S/. 840	S/. 840	S/. 840	S/. 840
Energia Electrica Equipos	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
SUBTOTAL COSTOS VARIABLES ACUICULTURA	S/. 30,766	S/. 30,766	S/. 30,766	S/. 30,766	S/. 30,766	S/. 30,766
Pago Operarios	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142
SUBTOTAL COSTOS FIJOS	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142	S/. 10,142
GRAN TOTAL	S/. 40,908	S/. 40,908	S/. 40,908	S/. 40,908	S/. 40,908	S/. 40,908



# LECCIONES APRENDIDAS

- Es viable diseñar, construir y manejar sistemas de recirculación en el Perú
- Es necesario conocer y haber estudiado los fundamentos para diseñar y construir un sistema RAS
- Es viable y rentable el uso de paneles solares en Sistemas de Recirculación.
- El Perú es el único país que cuenta con un Sistema RAS para peces amazónicos y que ha llegado a los 35kg/m<sup>3</sup> en densidad final.
- Somos únicos en Sudamérica en contar con un sistema RAS con paneles solares. (con resultados reales)
- Los sistemas de recirculación en el Perú son rentables cuando la venta final es de S/. 12.00 el Kilo de peces. (Menor a este precio no es rentable).
- Cualquier persona puede manejar los sistemas de recirculación
- Es necesario brindar mayor ayuda al productor reduciendo los costos de importación. (Casi 40% de Impuestos por compras)



# GUIA BASICA DE APRENDIZAJE PARA RAS



## Instructivo para el Diseño, Construcción y Manejo de Sistemas de Recirculación para Peces Amazónicos



Alberto Jesús Jiménez Sáenz

<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
1.2.1. LA ACUICULTURA EN LA AMAZONÍA PERUANA	2
1.2.3. TECNOLOGÍA DE RECIRCULACIÓN CERRADA EN EL PERÚ	7
1.2.4. EL "PORQUÉ" HACER SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN EL PERÚ	9
<b>1.3. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>11</b>
1.3.1. DEFINICIÓN DE SISTEMA DE RECIRCULACIÓN EN ACUICULTURA (RAS)	11
SISTEMAS ABIERTOS	11
SISTEMAS SEMI-CERRADOS	11
SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA	11
TECNOLOGÍA DE BIOFLOC	12
1.3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA	13
VENTAJAS DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN EN ACUICULTURA	13
DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN ACUICULTURA	15
1.3.3. DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS DE BIOFLOC, SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SISTEMAS DE ACUAPONIA	16
1.3.4. COMPONENTES Y SU FUNCIONAMIENTO EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA	17
A. CIRCULACIÓN:	17
TANQUES DE PECES:	17
BOMBAS CENTRÍFUGAS:	18
BOMBAS DE FLUJO AXIAL:	18
BOMBEO POR AIRE:	18
B. REMOCIÓN DE SÓLIDOS:	19
C. REMOCIÓN DE AMONIO:	23
D. DESGASIFICACIÓN:	28
E. AIREACIÓN Y/O OXIGENACIÓN:	28
<b>1.4. BIOLOGÍA Y BALANCES DE NUTRIENTES</b>	<b>30</b>
1.4.1. BIOLOGÍA DE PECES AMAZÓNICOS	30
BALANCE DE MASAS Y ESTIMADOS DE FLUJOS	31
EJERCICIO DE BALANCE DE MASAS	42
1.4.2. ESTIMADOS DE FLUJOS Y BALANCE DE MASA PARA REMOCIÓN DE SÓLIDOS	44
1.4.3. ESTIMADOS DE FLUJOS Y BALANCE DE MASA PARA NITRÓGENO AMONIAAL TOTAL	46
1.4.4. ESTIMADOS DE FLUJOS Y BALANCE DE MASA PARA REMOCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO	49
1.4.5. ESTIMADOS DE FLUJOS Y BALANCE DE MASA PARA AIREACIÓN	52

<b>2.0 INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN PARA EL CULTIVO DE PECES AMAZÓNICOS</b>	<b>56</b>
2.1.1. HIDRÁULICA DE TANQUE DE PECES	57
2.1.2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN DE TUBERÍAS	58
2.1.3. CÁLCULO DE POTENCIA DE LA BOMBA	69
2.1.4. DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE AIREACIÓN	70
2.1.5. DISPOSICIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN	73
1. CIRCULACIÓN	73
2. REMOCIÓN DE SÓLIDOS	74
3. DIMENSIONAMIENTO DEL MINERALIZADOR (REMOCIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES)	78
CANTIDAD DE MALLA PARA EL MINERALIZADOR	78
4. DISEÑO DE UNIDAD DE BIOFILTRACIÓN	79
5. UNIDAD DE TANQUE DE COMPENSACIÓN O SUMIDERO	82
2.1.6. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN PARA CULTIVO DE PECES AMAZÓNICOS	83
A. OBRAS CIVILES	83
B. DISEÑO E INSTALACIÓN DE TANQUES DE CULTIVO DE PECES	84
C. INSTALACIÓN DE SEDIMENTADOR COMPACTO	85
D. INSTALACIÓN DE UNIDAD DE MINERALIZACIÓN	86
E. UNIDAD DE BIOFILTRACIÓN O DE REMOCIÓN DE AMONIO	87
F. TANQUE DE COMPENSACIÓN O SUMIDERO	88
G. INVERNADERO	89
<b>3. MANEJO TÉCNICO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN COMERCIAL PARA EL CULTIVO DE PECES AMAZÓNICOS</b>	<b>90</b>
3.1. ACUMATACIÓN Y MADURACIÓN DE UN SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN	90
1ER PASO	90
2DO PASO	90
3ER PASO	90
4TO PASO	91
3.1.1. PLAN DE PRODUCCIÓN	92
3.1.2. TABLA Y MANEJO NUTRICIONAL PARA CULTIVO DE PECES AMAZÓNICOS EN SISTEMAS RAS	93
ETAPA DE ALEVINAJE	93
ETAPA DE CRECIMIENTO	94
ETAPA DE ENGORDA I	94
3.1.3. LA SIEMBRA DE PECES EN TANQUES DE CULTIVO	94
3.1.4. MANEJO Y DESARROLLO EN FASE DE LEVANTE	95
MANEJO DE SÓLIDOS	95
MANEJO DE CALIDAD DE AGUA	95
3.1.5. MANEJO Y DESARROLLO EN FASE DE ENGORDA	96
MANEJO DE SÓLIDOS	96
MINERALIZADOR	96
MANEJO DE CALIDAD DE AGUA	96
3.1.6. COSECHA Y MANEJO DE TANQUES DESPUÉS DE LA COSECHA	96

<b>4.0. RENTABILIDAD ECONÓMICA DE SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN ACUICULTURA PARA CULTIVO DE PECES AMAZÓNICOS</b>	<b>97</b>
4.1. INVERSIÓN INICIAL	97
4.1.1. COSTOS DE ALIMENTACIÓN Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	102
4.1.2. ESCENARIO DE VENTA DIRECTA	104
4.1.3. ESCENARIO DE VENTA CON VALOR AGREGADO "CASO DE RESTAURANTE TURÍSTICO"	105
4.1.4. TASA INTERNA DE RETORNO Y VALOR ACTUAL NETO	106
4.1.5. UTILIDAD NETA Y RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN SEGÚN ESCENARIOS DE VENTAS	110
4.1.6. UTILIDAD NETA POR TANQUE Y PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA	112
PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA (Kg/Ha PEZ ENTERO)	113
4.1.7. PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA Y PRODUCCIÓN DE ORGANISMOS	113
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	115
<b>6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>115</b>

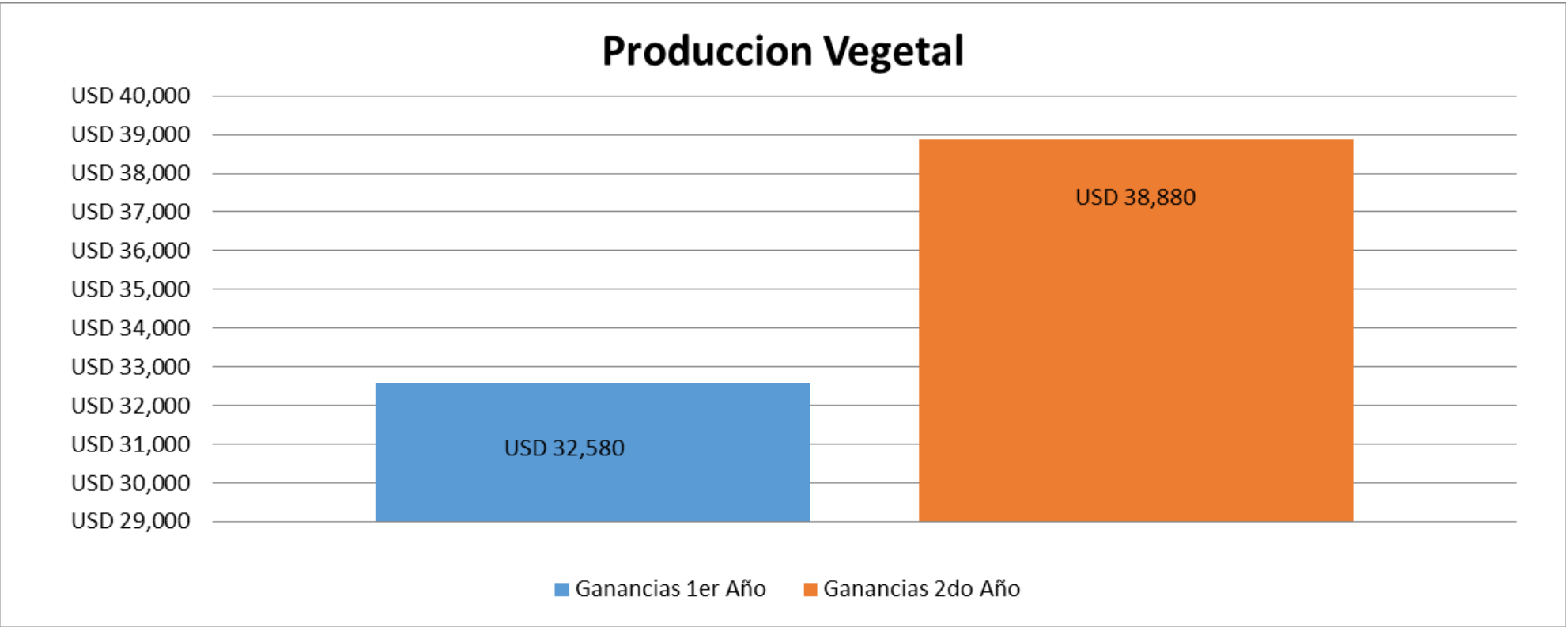
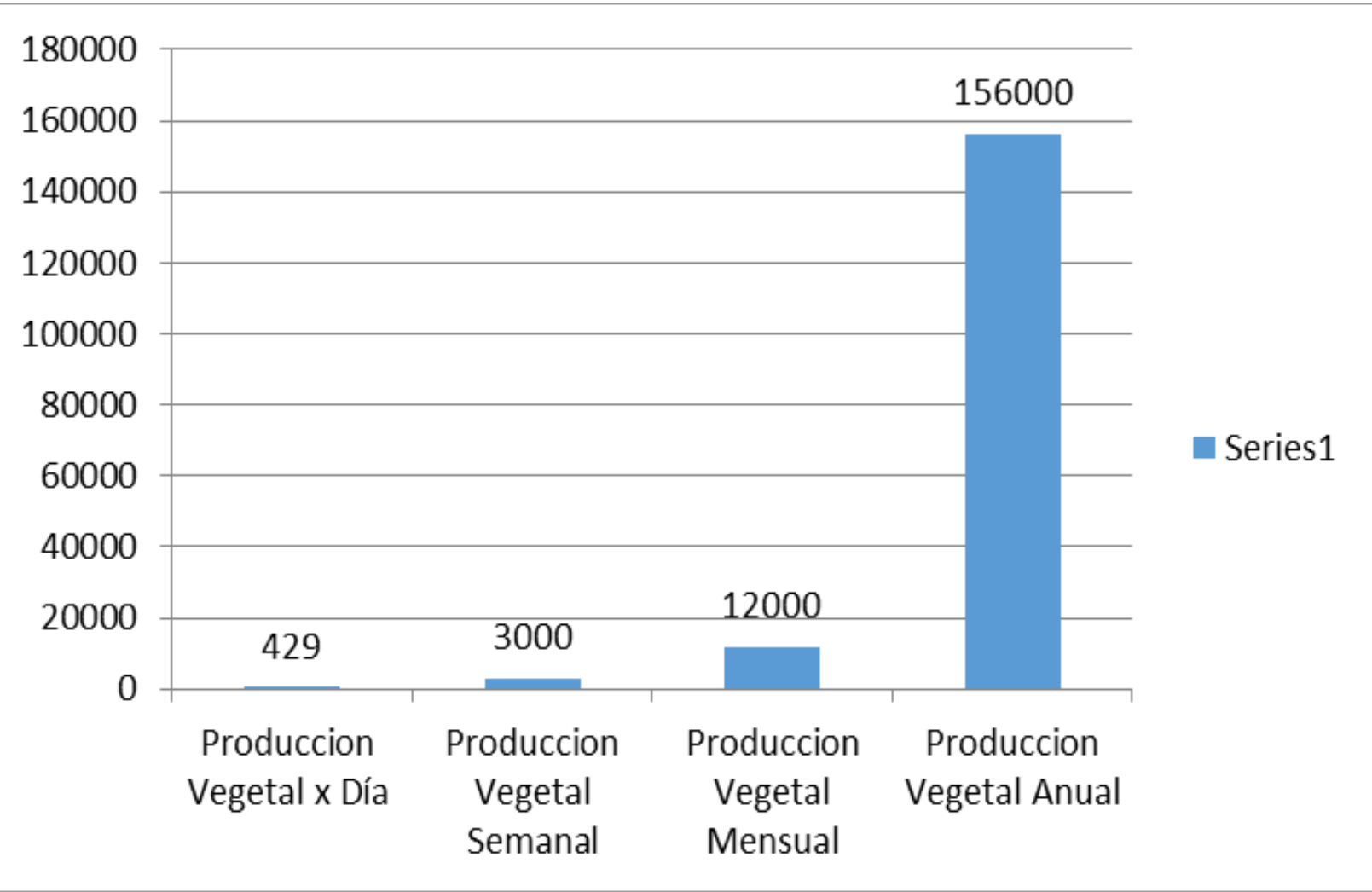
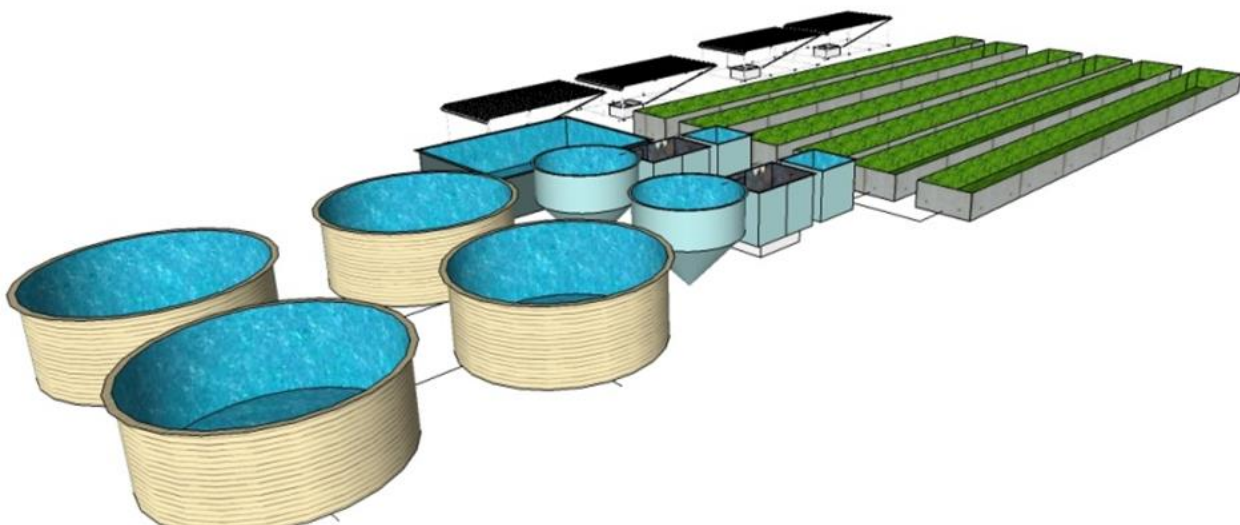




# Nuevos Retos: Acuaponía con Amazónicos

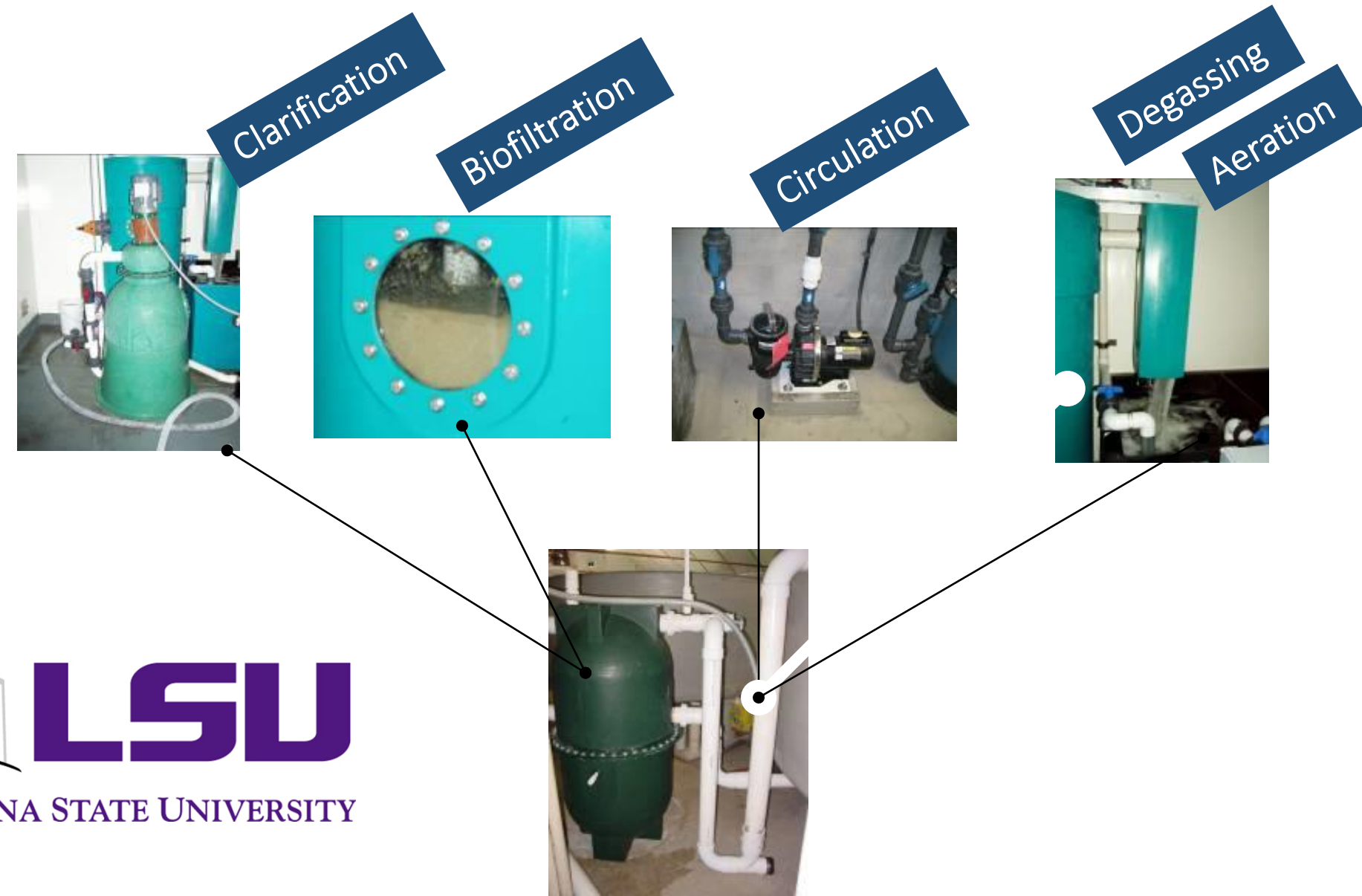


Energía Renovable





# Sistemas de Recirculación y Acuaponía Modulares por Especie Y Estadio









# Gracias



[www.ecoscienceworkshop.com](http://www.ecoscienceworkshop.com)

Eco Science Workshop SRL

Celular: 993765595