



IX CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

en especies menores y mayores.

LATACUNGA 2, 3 Y 4 DE OCTUBRE 2019



PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA DEL AGUA EN LA GANADERÍA BOVINO LECHERA VERSUS EL SECTOR AGRÍCOLA EN DOS CUENCAS LECHERAS DE MÉXICO

Presenta:

Dr. José Luis Rios Flores

Latacunga, Ecuador, octubre, 2019



CONTENIDO

Introducción: Problema a tratar

Disponibilidad de agua , consumo y población

¿Qué es la productividad económica del agua?

¿Qué sucede si se usa mal el agua?

Introducción

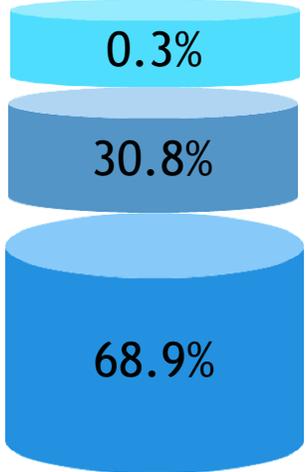
Objetivo e hipótesis

Materiales, ecuaciones y fuentes de datos

Resultados, conclusiones y recomendaciones

BIBLIOGRAFÍA

Introducción (Problemática): ¿Cuanta agua hay en el mundo ?

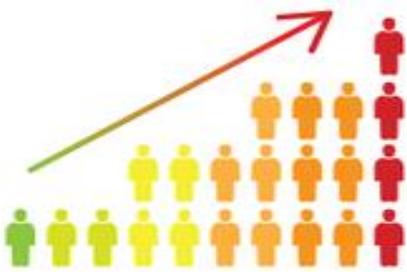


- Almacenamiento en ríos y lagos
- Agua subterránea
- Glaciares y casquetes polares

Problemática: Agua escasa + población creciente = menor disponibilidad → uso eficiente y productivo del agua

El volumen total del agua en el mundo es aproximadamente de 1,386 millones de km³, 97.5 % está en los océanos y 2.5% es agua dulce en casquetes polares, permafrost, glaciares y aguas subterráneas, solo entre 0.26-0.4% de toda el agua del planeta es **agua dulce disponible** y está en ríos, lagos, lagunas, y aguas subterráneas a menos de 1 km de profundidad (CONAGUA, 2006).

World population



9 BILLION IN 2050

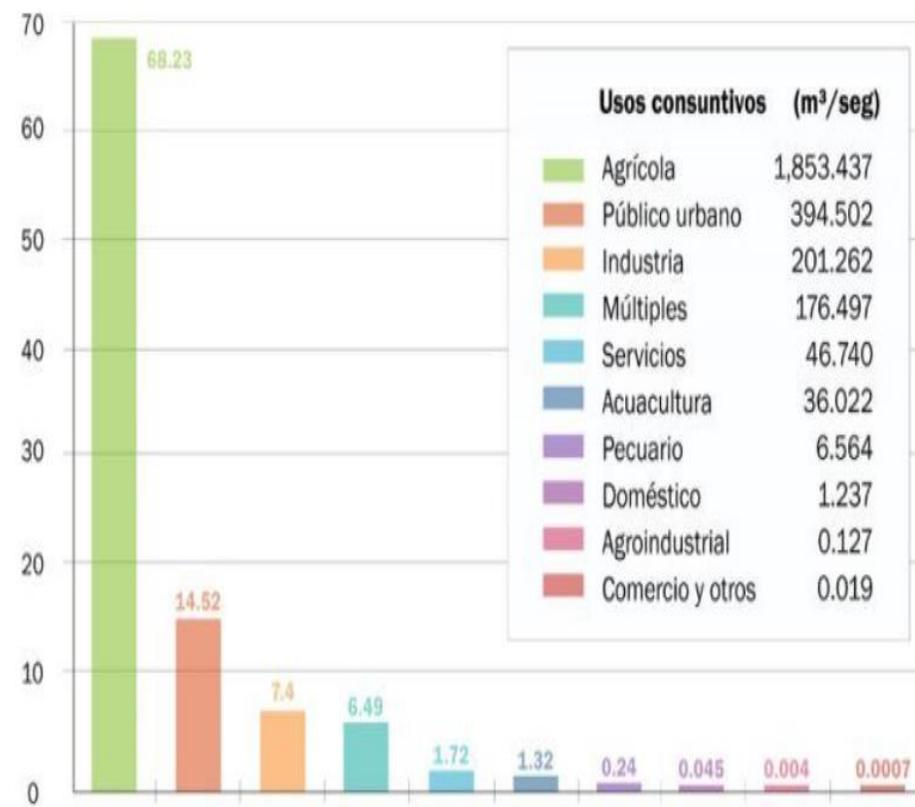
Limited amount of agricultural land



Introducción (problemática): ¿Quién usa la poca agua dulce disponible que hay en el planeta...y en México?

No.	País	Extracción total de agua (miles de hm ³ /año)	% Uso agrícola	% Uso industrial	% Uso abastecimiento público
1	India	761.00	90.4	2.2	7.4
2	China	607.80	64.5	23.1	12.3
3	Estados Unidos de América	485.60	36.1	51.2	12.8
4	Pakistán	183.50	94.0	0.8	5.3
5	Indonesia	113.30	81.9	6.5	11.6
6	Irán (República Islámica del)	93.30	92.2	1.2	6.6
7	México	85.66	76.3	9.1	14.6
8	Viet Nam	82.03	94.8	3.7	1.5
9	Filipinas	81.56	82.2	10.1	7.6
10	Japón	81.45	66.8	14.3	18.9

Porcentaje anual (%)



Elaboración propia con datos de CONAGUA, 2016.



¿CUÁNTO VALOR GENERA EL EMPLEO DEL AGUA?

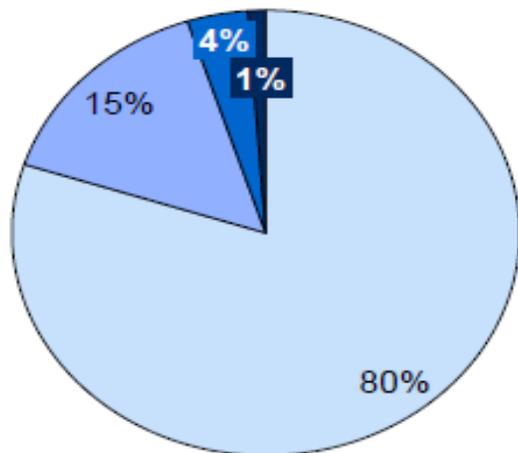
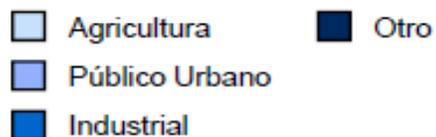
La agricultura es el sector con mayor riesgo por la escasez de agua y esto afectaría la seguridad alimentaria del país

El sector agrícolas es el que más agua demanda...

1

Consumo de agua por sector

100% = ~78.4 mil hm³



Beneficio marginal del agua \$/m³



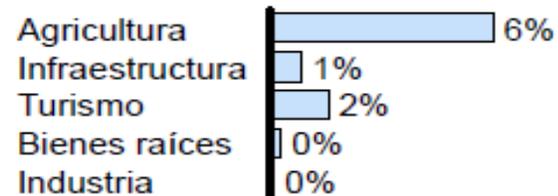
Valor de la producción perdida como % del total de la producción ¹

Porcentaje

2 Tiene un **mayor valor en riesgo** comparado con otros sectores económicos

Valor en riesgo como porcentaje del valor de la industria ¹

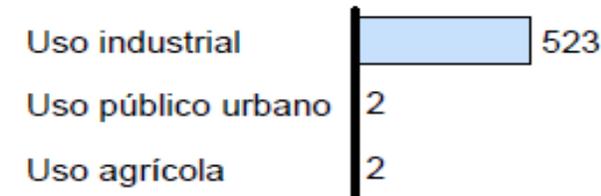
Porcentaje



3 Dado su bajo valor marginal, el sector agrícola es el primero en reducir el uso de agua en escenario de escasez de agua

Beneficio Marginal ²

Pesos / m³

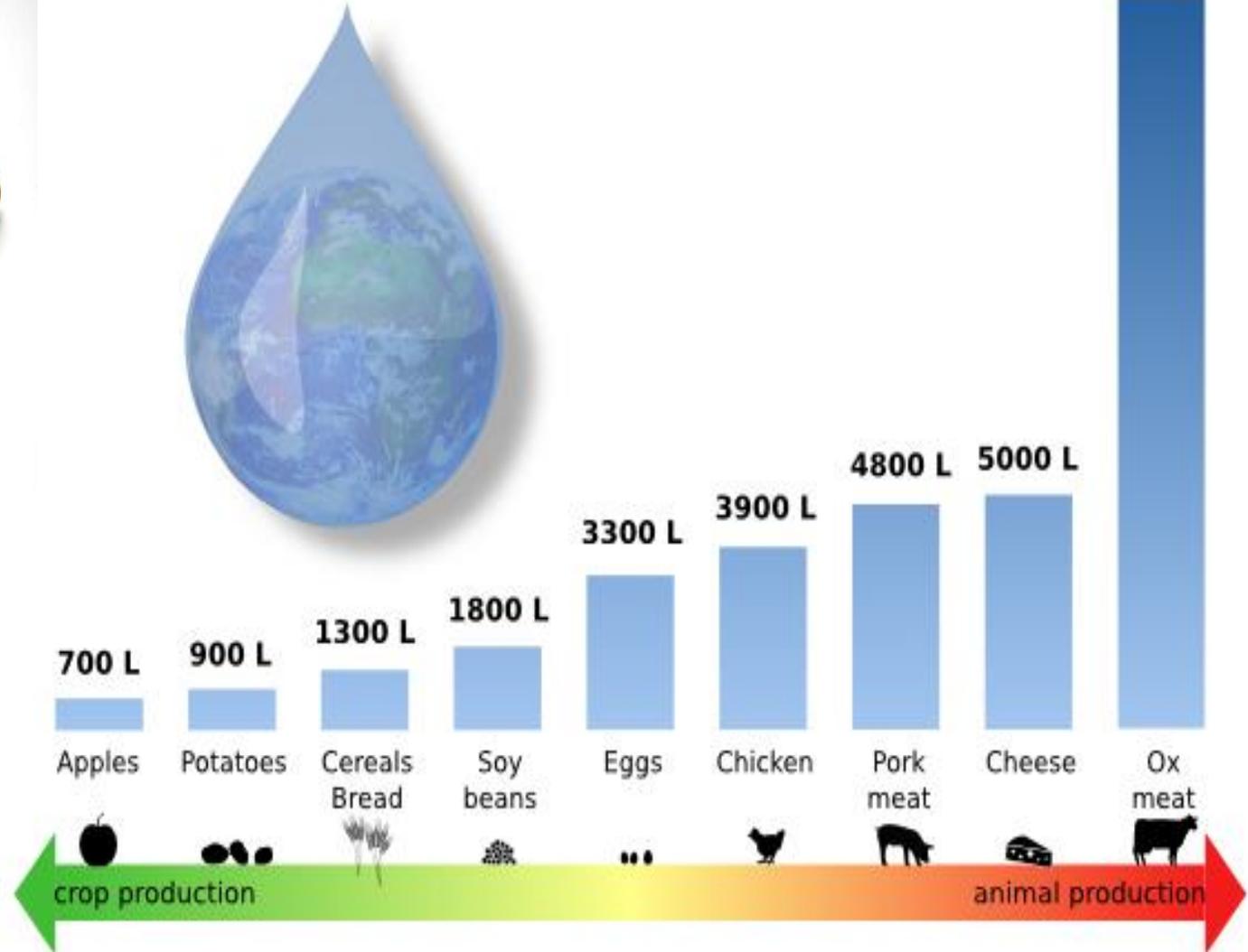


Hoekstra (2010): 1,020, 2,920 y 9000 litros de agua por litro de leche, kg de tabaco y por kg de nuez (promedios mundiales)



Water need for food

For 1kg produced :



Source : Water Foot Print <http://www.waterfootprint.org/?page=files/productgallery>

Diagram www.L214.com

Para producir un kg de leche se necesitan 1,020 litros en promedio a nivel mundial (Hoekstra, 2012). Ya que al realizar una evaluación comparativa del consumo de agua de los sistemas de producción de leche bovina en 60 regiones lecheras de 49 países, encontraron que los litros de agua por kilogramo de leche corregida por energía (L / Kg LCE) osciló entre los 739 L en granjas de Dinamarca a 5,622 L en granjas de Uganda con una media global de 1,833 L.

INTRODUCCIÓN

El aumento previsto en la producción y consumo de productos animales es probable que ponga más presión sobre los recursos de agua dulce del mundo. El tamaño y las características de la HH varían en los tipos animales y sistemas de producción (Mekonnen y Hoekstra, 2010).

El sector ganadero será un importante contribuyente a los problemas ambientales a cada nivel -regional y global- incluyendo degradación del suelo, cambio climático, contaminación del aire, escasez y contaminación del agua, y pérdidas de biodiversidad (SCOPE, 2010).

Cuadro 1: Sistemas de producción de leche en México

Sistema	Características
Especializado	Ganado especializado en la producción de leche; Holstein, Pardo Suizo Americano y Jersey. Tecnología altamente especializada. Se desarrolla en los estados de Durango, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua, México, San Luis Potosí, Querétaro y Baja California.
Semiespecializado	Ganado raza Holstein y Pardo Suizo, sin llegar a niveles de producción del sistema especializado. El ganado se maneja en pequeñas extensiones de terreno. El ordeño se hace manualmente. La mayoría carece de equipo propio para el enfriamiento y conservación del producto. La alimentación del ganado es de pastoreo y forrajes. Se desarrolla en Baja California, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas.
Familiar o de traspatio	Explotación de ganado en pequeñas superficies de terreno. Animales de raza Holstein, Suizo Americano y cruza de menor calidad. Nivel de tecnología bajo. Instalaciones rudimentarias, predominando ordeña manual. Alimentación basada en pastoreo. La producción es para autoconsumo y en ocasiones para venta al público. Predominan en Jalisco, Estado de México, Michoacán, Hidalgo y Sonora. En menor grado en Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Distrito Federal, Durango y Nuevo León.
Doble propósito	Desarrolla en regiones tropicales del país. Razas Cebuinas y cruza con Suizo, Holstein y Simental. El ganado produce carne o leche dependiendo de la demanda del mercado, su alimentación se basa en el pastoreo. Cuenta con instalaciones adaptadas, empleando materiales de construcción de la región. Ordeña manual. Se ubica principalmente en Chiapas, Veracruz, Guerrero, Guanajuato, Tabasco, Zacatecas, Nayarit, San Luis Potosí y Tamaulipas, aunque también se observa en otros estados.

Fuente: Barrera y Sánchez (2003).

IX CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

en especies menores y mayores.
LATACUNGA 2, 3 Y 4 DE OCTUBRE 2019



OBJETIVO

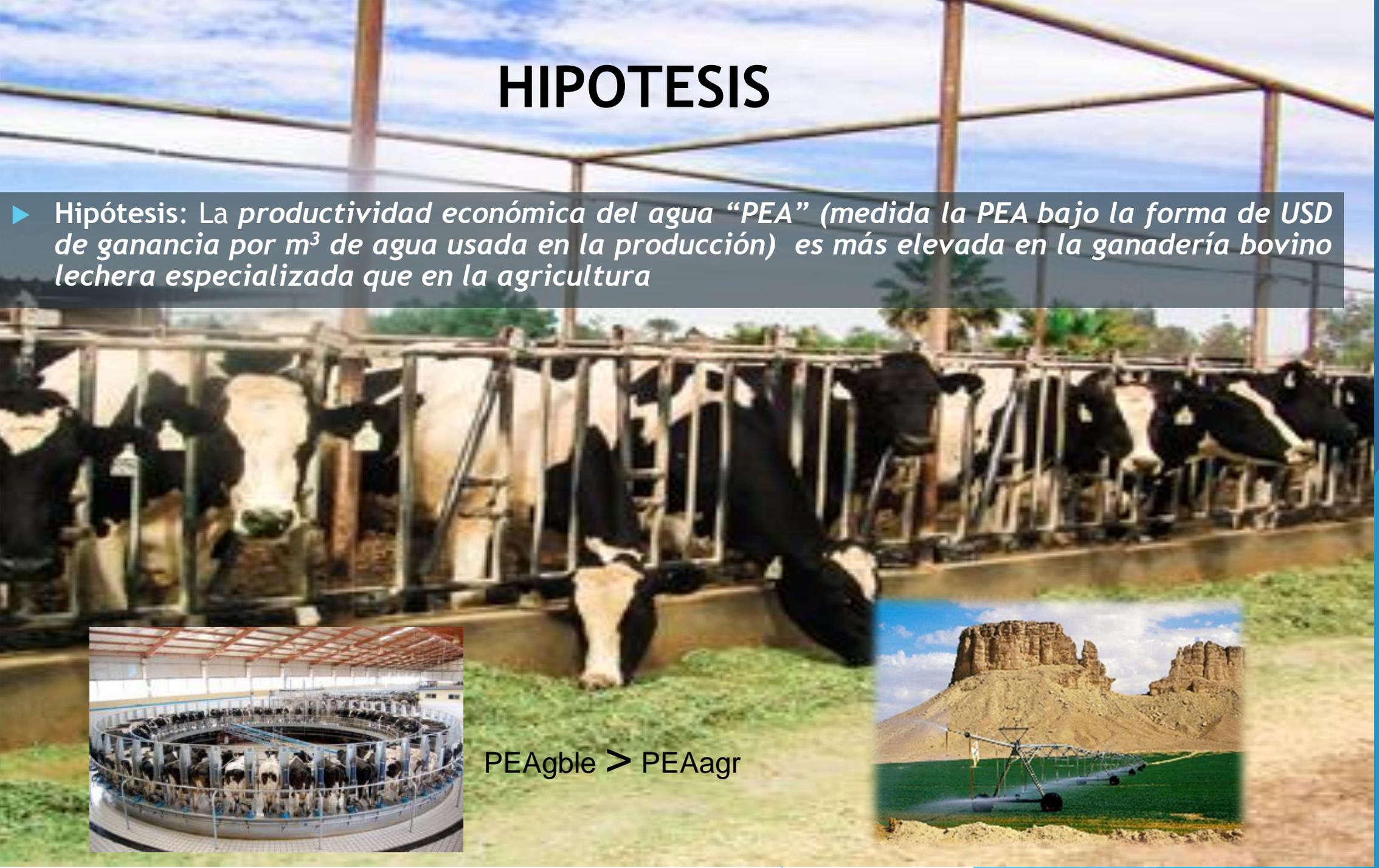
- ▶ Determinar índices numéricos que midan la PEA en la agricultura en su conjunto y en la ganadería bovino lechera especializada en los DR005 Delicias, Chihuahua y el DR017 Comarca Lagunera, ambos en el norte de México, para así contrastarlos.



HIPOTESIS

IX CONGRESO INTERNACIONAL DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
en especies menores y mayores.
LATACUNGA 2, 3 Y 4 DE OCTUBRE 2019

▶ Hipótesis: La *productividad económica del agua “PEA”* (medida la PEA bajo la forma de USD de ganancia por m³ de agua usada en la producción) es más elevada en la ganadería bovino lechera especializada que en la agricultura



PEAgble > PEAagr



**IX CONGRESO INTERNACIONAL DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**
en especies menores y mayores.
LATACUNGA 2, 3 Y 4 DE OCTUBRE 2019



METODOLOGÍA



Modelos matemáticos de creación propia para estimar la HH física, económica y social en la agricultura .Fuente : Rios et al (2015)

SIGNIFICADO DE LITERALES: RF= kg/ha; S=superficie cosechada; LR=Lámina de riego; EC=índice de eficiencia de conducción hidráulica; p= precio/ton; c = Costo/ha; g= ganancia/ha; J = Número de jornales/ha.

$$WF_{feed}(a, c, s) = \frac{\sum_{p=1}^n (Feed(a, c, s) \times WF_{mixing}(a, c, s))}{Pop^*(a, c, s)}$$

Variable	Modelo para un cultivo en lo individual	Modelo para un agregado grupal de cultivos
L kg ⁻¹	$Y_2 = 10^4 * LR_i * (RF_i * EC_i)^{-1}$	$y_2 = \frac{10^4 \sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}{\sum_{i=1}^n S_i RF_i}$
kg m ³	$Y_1 = 10^{-1} * RF_i * EC_i * LR_i^{-1}$	$y_1 = \frac{10^{-1} \sum_{i=1}^n S_i RF_i}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}$
m ³ US\$ de ganancia ⁻¹	$Y_4 = 10^4 * LR_i * (EC_i * g_i)^{-1}$	$y_4 = \frac{10^4 \sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}{\sum_{i=1}^n S_i (RF_i P_i - C_i)}$
US\$ de ganancia hm ⁻³	$Y_3 = 10^2 * g_i * EC_i * LR_i^{-1}$	$y_3 = \frac{10^2 \sum_{i=1}^n S_i (RF_i P_i - C_i)}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (C_i)^{-1}}$
Ganancia por m ³ /precio del agua por m ³	$Y_6 = (RF_i (p_i) - C_i) / \text{precio por m}^3$	$y_6 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i RF_i P_i - \sum_{i=1}^n S_i C_i}{10,000 \sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1} P_i}$
Empleos generados hm ⁻³	$Y_5 = (25/72) * J * (LR_i / EC_i)^{-1}$	$y_5 = \frac{(25/72) \sum_{i=1}^n S_i J_i}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}$

Modelos matemáticos de creación propia para la HHEC en la ganadería lechera especializada:

La HH Física de la Leche (HHFL) y HH Económica de la leche (HHEC):

$$Y = HH_{FL} = \frac{X_1}{X_2} = \frac{X_6 + X_7}{X_3 * X_4 * X_5}$$

$$HH_{EC} = HH_{FL} \left(\frac{PC}{p - c} \right)$$

IX CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

en especies menores y mayores.
LATACUNGA 2, 3 Y 4 DE OCTUBRE 2019



Modelos matemáticos de creación propia para estimar la HH en la **ganadería** (bovina lechera especializada; Rios, Rios y Rios, 2019):

$$Y = HH_{FL} = \frac{365 \left[10^4 X_{11} \sum_{i=1}^n \left(X_{12} \frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right) + 10^{-3} (X_{17} + 2X_{18} + 3X_{19}) \right] + X_5 \left[10^4 \left[X_3 \sum_{i=1}^n \left(X_{23} \frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right) + (365 - X_3) \sum_{i=1}^n \left[X_{25} \frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right] + \frac{365}{1000} (X_{26} + X_{27}) \right] \right]}{X_3 X_4 X_5}$$

HHFL= Huella hídrica física de un litro de leche (expresada en litros de agua por litro de leche) = $X_1/X_2 = (X_6 + X_7) / (X_3 * X_4 * X_5) = ((X_8 + X_9 * X_{10}) + (X_{20} + X_{21} + X_{22})) / X_2$

X_1 = Volumen de agua usado en toda la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua).

X_2 = Producción acumulada de leche a lo largo de la vida útil del bovino (medida en litros de leche) = $X_3 * X_4 * X_5$

X_3 = Cantidad de días del año natural en que la vaca está en **lactancia**.

Cantidad de días del año natural en que la vaca está en **secas**.

X_4 = Rendimiento físico diario del bovino lechero en época del año en que está en lactancia (medido en litros de leche por día por vaca).

X_5 = Cantidad de años en que el bovino dura produciendo leche a escala comercial.

X_{11} = Número de años del bovino en etapa **pre-productiva**.

X_{12} = Cantidad de kg consumidos por día del i-ésimo alimento por parte del bovino en la etapa **pre-productiva**.

Huella hídrica física "HHf" (en m³ de agua por kg de alimento) del i-ésimo alimento consumido por el bovino

X_{14} = Es el rendimiento físico por hectárea del i-ésimo cultivo dado al ganado como forraje (en kg/ha) en la etapa **pre-productiva**.

X_{15} = Es la lámina de riego (en m) usual en la región para el i-ésimo cultivo dado como alimento al bovino o en la etapa pre-productiva o en la etapa productiva.

X_{16} = Es el índice de eficiencia hidráulica en el riego en el i-ésimo cultivo dado como alimento al ganado o en la etapa pre-productiva o en la etapa productiva, donde $0 < X_{16} < 1$.

X_{17} = Litros de agua bebidos por día en promedio en su primer año de vida en etapa **pre-productiva**.

X_{18} = Litros de agua bebidos por día en promedio en su segundo y tercer año de vida en etapa **pre-productiva**.

X_{19} = Litros de agua promedio usados por día en **servicios** en la etapa **pre-productiva**.

X_{23} = Cantidad de kg consumidos por día del i-ésimo **alimento** por parte del bovino en la etapa **productiva** de la **lactancia**.

X_{25} = Cantidad de kg consumidos por día del i-ésimo **alimento** por parte del bovino en la etapa **productiva** de **vaca seca**.

X_{26} = Litros de agua **bebidos** por día en promedio en la etapa **productiva**.

X_{27} = Litros de agua promedio usados por día en **servicios** en la etapa **productiva**.

RESULTADOS



RESULTADOS

Cuadro 1. Productividad y eficiencia del agua usada en la producción bovino lechera(gbl) y agricultura (agr) en los DR005 delicias, Chihuahua y DR017 La Laguna en 2016, México

Fuente: Elaboración propia con cifras para la agricultura de Chontal (2017) y Pizarro y Galván (2019).

	Unidades	DR005	DR017	DR005-1
INDICE		Índices de productividad del agua		
PFagr	Kg m ⁻³	2.535	3.82	1.51
PEagr	USD m ⁻³	\$0.092	\$0.058	0.63
PFgbl	Kg m ⁻³	0.221	0.309	1.40
PEgbl	USD m ⁻³	\$0.0045	\$0.0097	2.15
		Índices de eficiencia del agua		
PFagr	m ³ kg ⁻¹	0.394	0.262	0.66
PEagr	m ³ USD ⁻¹	10.84	17.16	1.58
PFgbl	m ³ kg ⁻¹	4.530	3.235	0.71
PEgbl	m ³ USD ⁻¹	222.59	103.43	0.46
Precio/litro	MX\$	5.20	5.25	1.01
Costo/Litro	MX\$	4.79	4.62	0.96
PC	MX\$ por USD	19.482	19.482	1.00

RESULTADOS

Cuadro2. Productividad y eficiencia del agua usada en la agricultura (agr) y ganadería bovino lechera (gbl) en los distritos de riego DR005 Delicias, Chihuahua y DR017 La Laguna en 2016, México

Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 1

Sector	Indice	DR005	DR017
Productividad económica del agua			
Agr	USD m ⁻³	\$ 0.092	\$ 0.058
Gbl	USD m ⁻³	\$0.0045	\$ 0.0097
gbl/agr		0.049	0.166
Eficiencia económica del agua			
agr	m ³ USD ⁻¹	10.84	17.16
gbl	m ³ USD ⁻¹	222.59	103.43
gbl/agr		20.05	6.0



CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

La productividad económica del agua en la agricultura fue superior a la de la ganadería bovino lechera especializada, por lo que, en aras de la sostenibilidad de la producción lechera a largo plazo, ese sector productor debe generar tecnología que en principio reduzca su huella hídrica física a la par que el margen de ganancia debe tender a ser razonablemente alto, pues una baja ganancia implica una baja productividad económica del agua, lo anterior solamente se lograría mediante la organización de los productores de leche en cooperativas de consumo

- ▶ El uso eficiente y productivo del agua usada en la producción, sea en la agricultura, la ganadería o cualquier rama productiva, es importante, ya que la sostenibilidad de la producción y la existencia misma de la humanidad, depende de que en el futuro se pueda acceder al agua dulce, por ello de manera *necesaria y objetiva*, el volumen de agua usada por unidad de producto debe ser REDUCIDA a su mínima expresión.
- ▶ **Al ser el agua un recurso tan escaso, no solo es recomendable, es OBLIGADO de manera necesaria y objetiva, que el ser humano le utilice de manera racional, eficiente y productiva, la extinción de la humanidad es el precio sombra a pagar, si no se usa racionalmente el agua; el uso de indicadores de productividad y eficiencia del agua son solo un AUXILIAR para lograr el uso racional del agua, LA CONCIENCIA, es el arma más efectiva para lograrlo.**



Bibliografía:

- ▶ Carabias, J. (2005). Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. 1ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. El colegio de México: Fundación Gonzalo Río Arronte. México, D.F.
- ▶ FAO. (2011). El estado de los recursos de las tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/869-spa-sum.pdf>
- ▶ Hoekstra, A.Y. (2009). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*. 68, 1963-1974.
- ▶ Ríos-Flores, J.L., Torres-Moreno, M., Castro-Franco, R., Torres-Moreno, M.A., Ruiz-Torres. J., 2015. Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUYO*; 47(1), 93-107.
- ▶ Rios-Flores, J. L., Rios-Arredondo, B. E., Rios-Arredondo, H. E. 2019. Huellas hídricas física y económica de la leche. El caso de la leche bovina de Delicias, Chihuahua, México. Editorial Académica Española. ISBN 978-620-0-02518-0. 17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius.
- ▶ UNESCO. (2011). Agua para el desarrollo sostenible de los asentamientos urbanos humanos. <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/789-spa-ed3-res17.pdf>

A still life arrangement of various dairy products on a white surface. In the background, a glass pitcher and a glass mug are filled with white milk. To the right, a large wedge of yellow cheese with holes is visible. In the foreground, there are several items: a small white bowl containing mozzarella balls with fresh basil leaves; a white plate with a block of white cheese topped with basil; a small white bowl with a ball of mozzarella and basil; a block of butter in its wrapper with a green onion garnish; a small white bowl with a dollop of white cream; and a small white bowl with a dollop of white cream and a walnut. The overall scene is bright and clean, emphasizing the freshness of the dairy products.

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!
José Luis Rios Flores
j.rf2005@Hotmail.com