

Impacto del vegetarianismo

Pablo Alberto Osorio Marulanda, Laura María Giraldo Castrillón.
Modelación y simulación III, Escuela de ciencias
Universidad EAFIT

paosoriom@eafit.edu.co, lmgiraldol@eafit.edu.co .

La aparición de la dieta vegetariana ha despertado diversos sentimientos. A partir de esto se han creado múltiples polémicas dado que la mayoría de los argumentos se basan en la emotividad e ideas éticas, surge la desinformación y a partir de ahí numerosos mitos circulan hasta el día de hoy. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo principal ofrecer datos reales sobre el impacto que tiene este cambio de alimentación en diferentes áreas afectas, específicamente en el cambio climático. A través de investigaciones previas llevadas a cabo en pequeñas poblaciones, sumado a datos recientes de los factores implicados en el tema y por medio de informes ya realizados, se busca concluir si existe realmente un cambio notable en los medios anterior mencionados. La herramienta de modelación de este sistema ayudará a inferir qué ocurriría en caso de que el consumo de carne disminuyera a nivel mundial. **Palabras Claves-** vegetarianismo, ganadería, cambio climático.

Palabras Claves- vegetarianismo, ganadería, cambio climático.

I.INTRODUCCIÓN

Esta exploración de datos está inspirada en una creciente preocupación por la calidad del medio ambiente, como vínculo especial se presenta la fuerte relación entre el vegetarianismo y los efectos de este sobre el entorno natural, por esto surge un primer cuestionamiento sobre ¿es beneficiosa una dieta que no incluye un consumo animal? Y posteriormente se despierta un interés sobre ¿Qué pasaría si aumentara el número de personas vegetarianas? Es esta la pregunta de mayor afición dentro de esta investigación puesto que partiendo de una opinión neutral se busca descubrir la verdadera huella que produce el vegetarianismo. En un contexto científico según los resultados podría demostrarse que esta dieta es una posible solución para lograr la sostenibilidad del planeta o llegar a concluir lo contrario proponiendo así nuevas perspectivas frente a esta propuesta alimenticia. A lo largo de este trabajo se presentará un modelo donde a partir de datos reales, confirmados con fuentes verídicas, se empezarán a hacer supuestos para confirmar las hipótesis anteriores. Este prototipo del sistema que implica el vegetarianismo es un instrumento para extraer la realidad y poder tomar decisiones luego de poder observar toda la estructura en conjunto.

II.MATERIALES Y MÉTODO

La problemática que tratará el proyecto será guiada por la siguiente pregunta: ¿Podría el vegetarianismo disminuir la presión del impacto ambiental generada por el hombre en el medio ambiente? Así mismo, el horizonte de tiempo que se

espera presentar es el impacto y evolución de la sociedad en un lapso de aproximadamente un siglo, esto dado a la aportación de los datos presentes.

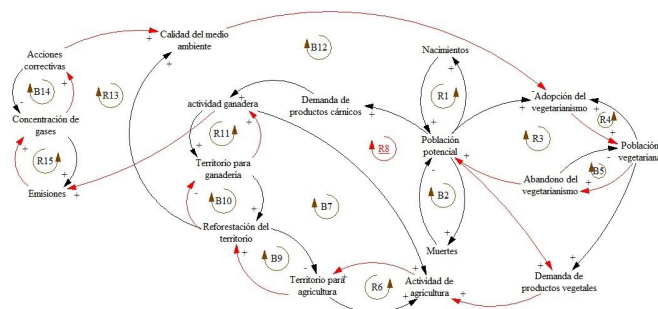


Figura 1: Diagrama causal del vegetarianismo.

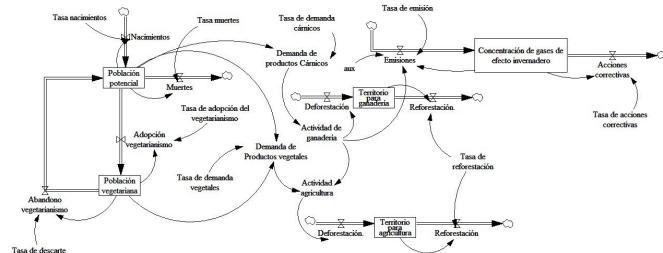


Figura 2: Diagrama de flujos y niveles del vegetarianismo.

En los diagramas anteriormente mostrados se retrata de manera simplificada la problemática que será tratada. Se forman entonces relaciones entre la actividad ganadera y actividad agrícola, donde, para ambas actividades se determina cuáles son sus efectos negativos, tales como la deforestación generada por la ampliación del territorio para este tipo de actividades. Se considera igualmente la liberación de gases de efecto invernadero generado por la actividad ganadera y su repercusión en la atmósfera. Se tiene en cuenta por último la influencia de la población vegetariana, que ve impregnada su decisión por la concientización del efecto de su actividad en el medio ambiente.

Para el desarrollo del modelo y que los datos históricos modelados por este manifiesten mejor una sincronía cronológica se expresarán, casi todos los datos experimentales, en un año cercano al 2006, esto por los límites dados por los informes consultados para la recolección de estos datos.

Así entonces, los datos recopilados son los siguientes:

- Población:

Para la población se consideró entonces el estimado de la densidad poblacional, que, para las fuentes consultadas estima un total de 6.623.847.913 habitantes para el 2006 (Dadax, 2019)

- Tasa de nacimientos y tasa de muertes:

La tasa de nacimientos estimada por el Banco Mundial para el año 2006 es de 20.41 por cada 1000 personas. Esto es una tasa igual a 0.02041. (Banco Mundial, s.f.).

La tasa de muertes estimada por el Banco Mundial para el año 2006 es de 8.141 por cada 1000 personas (Mundial, Tasa de mortalidad en un año (por cada 1.000 personas), s.f.)

, lo que equivale a una tasa de 0.008141.

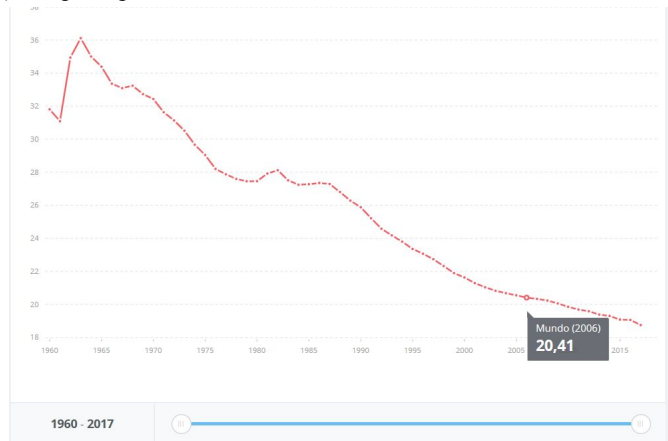


Figura 3: Tasa de nacimientos a nivel mundial

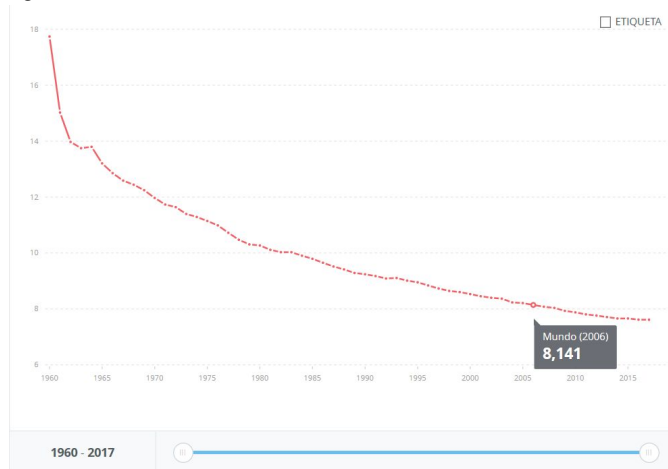


Figura 4: Tasa de mortalidad a nivel mundial

- Población vegetariana:

Para la población vegetariana se utilizó, como población inicial, una cifra estimada por la VRG, la cual, para el 2005, estimó que al menos el 6.7% de la población mundial era vegetariana. (The Vegetarian Resource Group, 2005)

. A partir de esto, es posible hacer una estimación propia dada la población mundial anteriormente dicha. De ahí que, al menos 443.797.810 personas eran vegetarianas a tal fecha.

- Tasa de vegetarianos

Para hallar la tasa de vegetarianos no fue posible encontrar una tasa promedio dada a nivel mundial. Este entonces es el primer dato asincrónico respecto a las consideraciones de

tiempo iniciales para el modelo. Así entonces, se tomó como base el número de veganos en el Reino Unido entre el 2014 y el 2018. Para el 2018 habían 600000 veganos en UK, lo que equivale, para ese año, al 1,16% de la población. (Ipsos Mori survey;The Vegan Society;Food Standards Agency (FSA);the National Centre for Social Science Research (Natcen, 2018).

De esta manera, para determinar la tasa que describe la población vegetariana se consultó la población existente en UK para el año 2018 (Office for National Statistics,s.f.)y a partir de esto se hizo la proporción con la población respectiva a este año, lo que arrojó un resultado de 0.00905.

- Tasa de abandono de la práctica

Para la determinación de la tasa de abandono se consideró un estudio realizado por la VRG el cual estudia una encuesta realizada en 2006 y entregada en 2009, donde la muestra respectiva describe cuales son sus hábitos alimenticios al principio y final de este estudio. Para una muestra final de 153 personas, 144 de ellas aún seguían con hábitos alimenticios basados en el veganismo o el vegetarianismo.(The Vegetarian Resource Group, s.f.). Esto es, al menos 9 personas de 153 abandonan el vegetarianismo en 3 años. Lo que significa que 3 personas por año lo abandonan.Haciendo la proporción, 3/153 nos da un total de 0,0196.

- Territorio para la ganadería:

Para la hallar el territorio total de la ganadería se usó, en primer lugar el territorio total de tierras cultivables o tierra agrícola , que, para el año 2006, equivale a 47.817.121,013 kilómetros cuadrados (El Banco Mundial,s.f.), que es el equivalente a 47.817.121.013 hectareas. Según la FAO (food and agriculture organization) el 80 % de las tierras destinadas a agricultura se usan, finalmente, para actividades ganaderas (Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO),s.f.)

, lo que sería equivalente a decir, que para ese año, la actividad ganadera hizo un uso total de 38.253.697.000 de hectareas

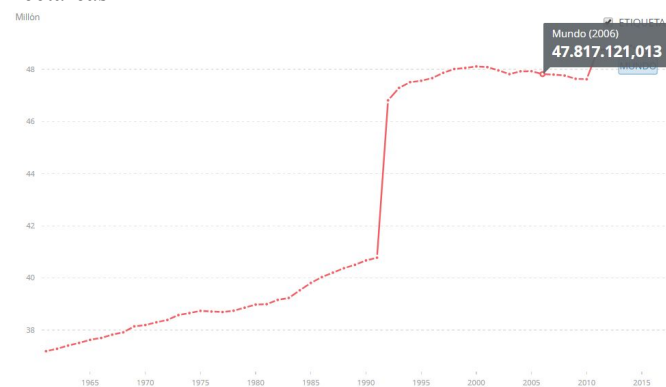


Figura 5: Tierras agrícolas (kilómetros cuadrados)

- Territorio para la agricultura

Dado que el territorio para la ganadería representa un 80% del total, entonces el destinado para la agricultura representa un 20% del valor restante. Esto es un total de 9.563.424.202.

- Demandas

Para hallar la demanda se utilizará el concepto de “huella ecológica” Este concepto analiza el número de hectareas productivas que una persona, a lo largo de toda su vida, utilizará para su subsistencia y consumo con el mérito de vivir acomodadamente. El promedio dice que una persona explotará alrededor de 2.7 hectáreas , donde 0.59 de esta equivalen a cultivos y un 0.21 equivalen a pastoreo (WWF (World Wildlife Fund), 2016). Ahora bien ,dado que una persona explotaría eso durante toda su vida, y, en promedio vivirá 75 años se puede calcular su demanda de cultivos y de pastoreo de manera anual. Este entonces demandaría un 0.00787 hectáreas por año para la agricultura y un total de 0.0028 hectáreas por año para la ganadería.

El desarrollo del modelo asume el hecho de que, nadie aguanta hambre, todos consumen lo mismo, y que, además, cuando una persona es vegetariana solo demanda el equivalente a la agricultura.

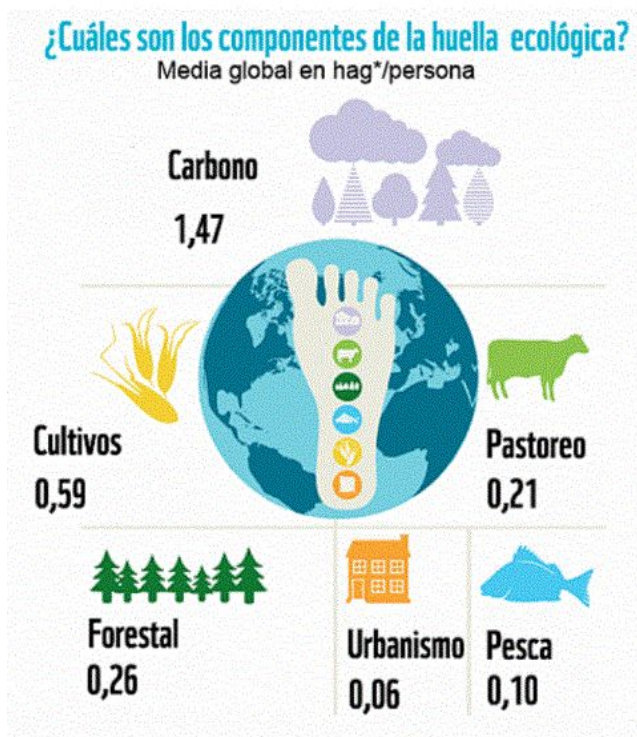


Figura 6: Componentes de la huella ecológica

- Concentración de gases de efecto invernadero:

Para hallar la concentración total de los gases de efecto invernadero emitidos por la actividad ganadera se consideró primero la cantidad de total de concentración en la atmósfera para el año 2006, el cual es equivalente a 48.639.987 ktCO2 eq (El Banco Mundial,s.f.).

Posteriormente, según registros de la FAO para el mismo año, el 18% de las emisiones totales corresponden a este sector (Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), 2006), lo que significa que 8.755.197,66 ktCO2 eq fueron emitidos por esta actividad para este año determinado.

- Tasas de emisión

Para hallar la tasa de emisión se consideró el promedio de emisión por año según la actividad, esto es , según la FAO 5.000.000.000 en promedio (dado por la actividad entre el 2001-2010).(Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), 2014).

De ahí, se calcula entonces la proporción de emisiones igual a 0.1028.

- Tasa de recuperación o acción correctiva.

Para el cálculo de esta tasa se consideró la cantidad de toneladas que absorben los sumideros forestales de la atmósfera, que es equivalente a 2.000.000.000 de toneladas de CO2 eq al año (Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), 2014).

Considerando el total determinado, se puede hallar la proporción de la tasa, que es igual a 0.04112.

- Tasa de reforestación.

Para esta cifra no se encontraron datos directos de su magnitud en las unidades que corresponden, por lo tanto se hizo una estimación aproximada. Se reforestan 1.000.000 de hectáreas por año. Su respectiva proporción es igual a 0.000021

III.DESARROLLO

A continuación se presentan las ecuaciones y unidades respectivas para las variables utilizadas en el modelo, (ver figura 2).

Población potencial	$\text{Abandono vegetarismo} + \text{Nacimientos} - \text{Adopción vegetarismo} - \text{Muertes}$ Valor inicial = 6623847913	Personas
Población vegetariana	$\text{Adopción vegetarismo} - \text{Abandono vegetarismo}$ Valor inicial = 443797810	Personas
Territorio para agricultura	$\text{Deforestación} - \text{Reforestación}$ Valor inicial = 956342420260	Hectáreas
Territorio para ganadería	$\text{Deforestación} - \text{Reforestación}$ Valor inicial = 3825369700000	Hectáreas
Concentración de gases	$\text{Emisiones} - \text{Acciones correctivas}$ Valor inicial = 8755197.66	kt
Tasa de emisión	0.1028	Adimensional
Emisiones	$(\text{Actividad de ganadería} * \text{aux}) + (\text{Concentración de gases de efecto invernadero} * \text{Tasa de emisión})$	kt/año
aux	1	1/Hectáreas*año
Acciones correctivas	$\text{Concentración de gases de efecto invernadero} * \text{Tasa de acciones correctivas}$	kt/año
Tasa de acciones	0.04112	Adimensional
Nacimientos	$\text{Población potencial} * \text{Tasa nacimientos}$	Personas/año
Muertes	$\text{Población potencial} * \text{Tasa muertes}$	Personas/año
Adopción del vegetarismo	$\text{Tasa de adopción del vegetarismo} * \text{Población vegetariana}$	Personas/año
Abandono del vegetarismo	$\text{Tasa de descarte} * \text{Población vegetariana}$	Personas/año
Tasa de adopción	0.00905	Adimensional
Tasa de descarte	0.0196	Adimensional
Demanda de productos cárnicos	$\text{Población potencial} * \text{Tasa de demanda cárnicos}$	Hectáreas/año
Demanda de productos vegetales	$(\text{Población potencial} + \text{Población vegetariana}) * \text{Tasa de demanda vegetales}$	Hectáreas/año
Actividad ganadera	$\text{Demanda de productos Cárnicos}$	Hectáreas/año
Actividad de agricultura	$\text{Actividad de ganadería} - \text{Demanda de Productos vegetales}$	Hectáreas/año
Reforestación Agricultura	$\text{Tasa de reforestación} * \text{Territorio para agricultura}$	Hectáreas/año
Reforestación Ganadería	$\text{Tasa de reforestación} * \text{Territorio ganadero}$	Hectáreas/año
Deforestación Agricultura	$\text{Actividad agricultura}$	Hectáreas/año
Deforestación Ganadería	$\text{Actividad de ganadería}$	Hectáreas/año
Tasa de reforestación	0.000021	Adimensional
Tasa nacimientos	0.02041	Adimensional
Tasa muertes	0.008141	Adimensional
Tasa demanda cárnicos	0.00787	Hectáreas/año
Tasa demanda vegetales	0.0028	Hectáreas/año

Tabla 1: Variables, ecuaciones y unidades.

Para efectos prácticos del modelo no se utilizaron variables auxiliares, sino que se asignó a las tasas unidades de 1/año, en la tabla anterior se presentan las unidades dimensionales reales del modelo. Las tasas de demanda tanto de cárnicos como de vegetales están en 1/(año*persona). Aquellas variables que no presentan una dimensión están dadas por estimaciones realizadas a partir de las diversas estadísticas realizadas en el trabajo de investigación.

- Caso base

Con los datos anteriormente presentados y con un horizonte de tiempo de 100 años a partir de un tamaño de paso de 1 con método de integración Euler hemos obtenido del modelo las siguientes gráficas:

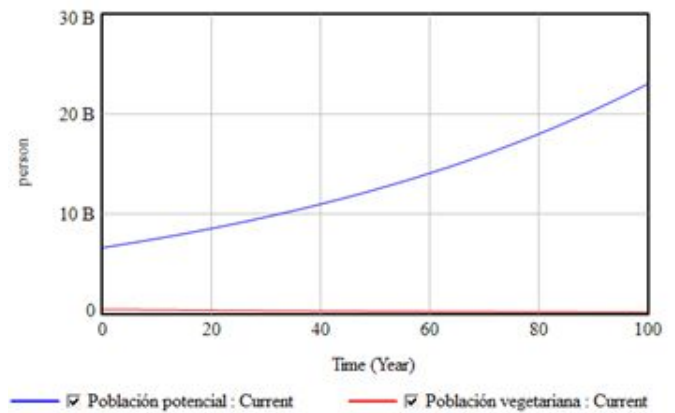


Figura 7: Poblaciones en caso base.

Gráfica de las poblaciones, este comportamiento es dado por dos situaciones la población potencial siempre será mayor a la población vegetariana ya que esta última a nivel mundial es alrededor de un 6,7% además la población potencial está determinada por dos flujos de entrada y esto permite que tenga un crecimiento exponencial. Se puede observar que la población vegetariana a lo largo del tiempo termina por disminuir dado que la tasa de adopción es mucho menor a la tasa de descarte.

Nota: Aunque la gráfica de población no se adapta en gran medida con la histórica y pronosticada esto no representa una gran falla al modelo dado que esta variable no está dentro de los propósitos principales del mismo.

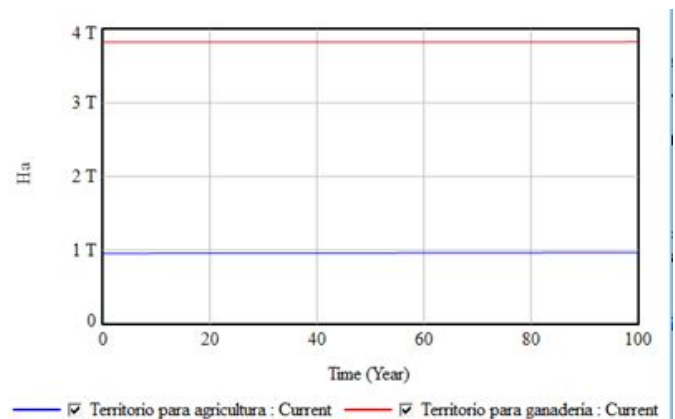


Figura 8: Territorios en caso base.

Este gráfico corresponde a los territorios agrícolas los cuales presentan un comportamiento constante dado que es demasiado pequeña la tasa de reforestación de los suelos usados para actividades agrícolas por tanto se tiene siempre la misma demanda dadas por las tasas de consumo de los productos tanto cárnicos como vegetales. Por lo general una vez estos se produce la deforestación para el inicio de este tipo de actividades es muy difícil recuperar estos territorios y la biodiversidad que habitaba en ellos.

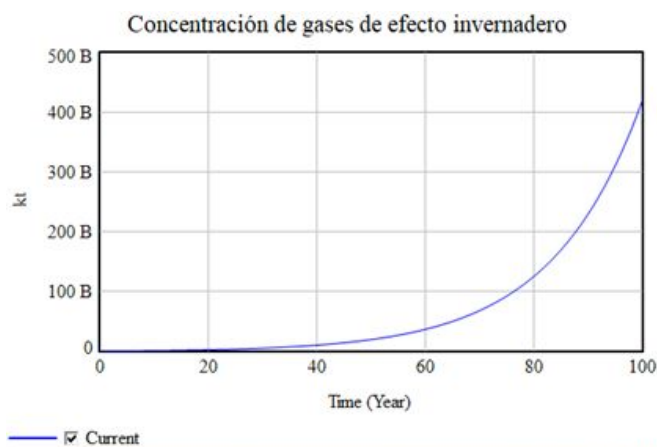


Figura 9: Concentración de gases en caso base.

La concentración de gases es de comportamiento exponencial porque su flujo de entrada es mayor que el de salida y se ve afectado externamente por la actividad ganadera que genera emisiones de gases que contribuyen a la concentración de estos en la atmósfera.

IV.VALIDACIÓN

	Prueba	Implementación	Resultados
Estructura	Teórica	Estructura del modelo de difusión Crecimiento en S (Stermann, 2000)	
	Empírica	Registro de estadísticas mundiales Comportamiento histórico Estructuras mentales (como se espera que se comporte el modelo)	
	Consistencia dimensional	A través de las ecuaciones se verifico que las unidades de cada variable fueran las correspondientes.	
	Condiciones extremas	1. La población potencial se tiende a infinito (sobrepoblación) 2. Se aumenta considerablemente la tasa de adopción del vegetarianismo (todas las personas adoptan esta alimentación) 3. Se lleva la tasa de descarte a 0 (toda persona que se hace vegetariana no cambia de opinión después)	Se presentan en el apartado de escenarios.
	Método de integración y tamaño de paso	Euler y RK4 Tamaño de paso de [0.5, 1]	El modelo no es sensible al método de integración ni al tamaño de paso
	Horizonte de tiempo	100 años	

V.ESCENARIOS

1. La población potencial tiende a infinito(Muy grande)
Se hace nula rápidamente la población vegetariana puesto que no se modificó la tasa de adopción del vegetarianismo y se presenta un crecimiento en los territorios tanto ganaderos como agrícolas puesto que a mayor población más demanda y más necesidad de deforestación para mayor territorio de utilidad agrícola, las emisiones aumentan considerablemente, el comportamiento sigue siendo el mismo (exponencial) pero los valores son mucho mayores al caso base.

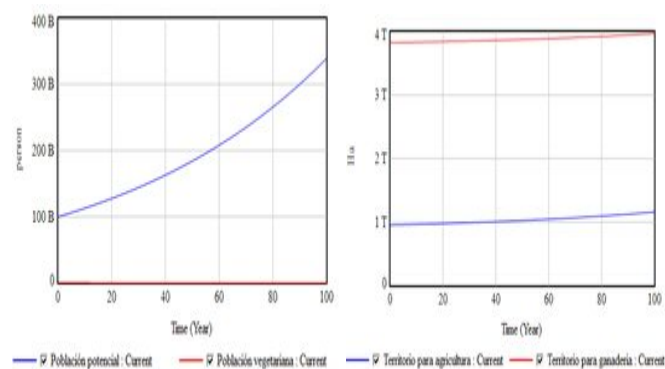


Figura 10: Población en caso extremo- Figura 11: Territorios en caso extremo.

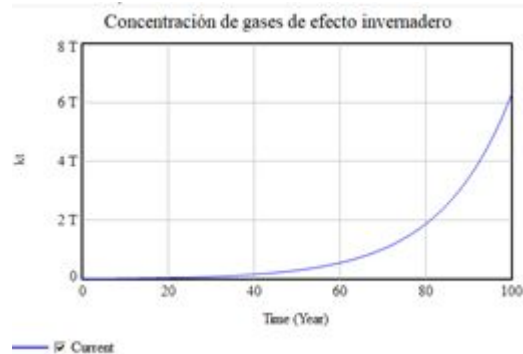


Figura 12 :Concentración gases en caso extremo.

2. Se aumenta considerablemente la tasa de adopción del vegetarianismo.

Devolviendo la población a su valor inicial pero ahora con una tasa de adopción mucho mayor obtenemos un crecimiento en s de las poblaciones, la población potencial disminuye mientras la vegetariana crece y si la tasa de descarte fuera mayor se podría observar mejor el comportamiento descrito. En este caso siendo la tasa de adopción mucho mayor se espera que esta población vegetariana siga creciendo exponencialmente porque su flujo de salida es muy pequeño y no hay retardos mientras que la potencial disminuirá. No se presencia cambio considerable en los territorios y la concentración de gases disminuye en comparación al caso base.

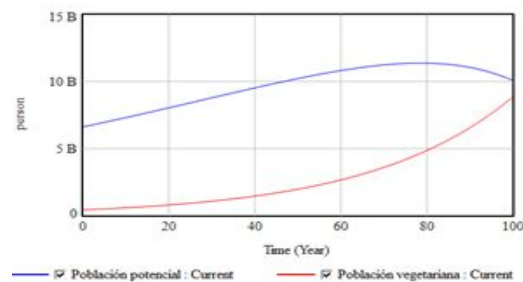


Figura 15:Población en caso extremo

3. Se lleva la tasa de descarte a cero.

Retomando el valor de adopción para el vegetarianismo tenemos que cuando nadie vuelve a ser población potencial, aunque esta sigue creciendo lo hace en menor medida y esta

vez a los vegetarianos no se va desaparecen con el tiempo, hay un crecimiento, pero es demasiado lento. La concentración de gases no cambia y el territorio para agricultura empieza a crecer, pero de manera tan lenta que es casi imperceptible.

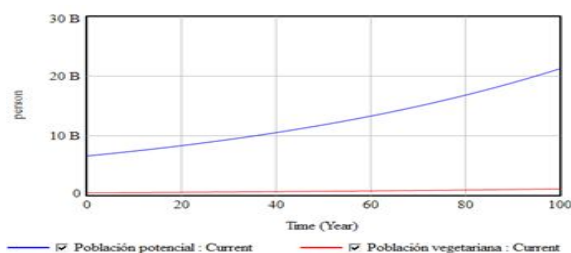


Figura 16: Población en caso extremo

Supongamos un caso ideal donde la población vegetariana es la mitad de la población potencial, el vegetarianismo tiene una tasa de adopción del 0.05 y una vez se empieza con esta alimentación no se cambia de decisión para este caso obtenemos:

Decrece muy rápidamente la población potencial para dar paso a un crecimiento exponencial de la población vegetariana.

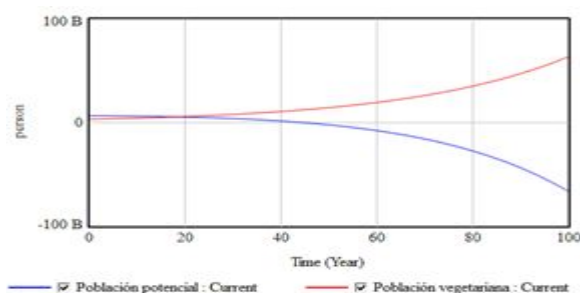


Figura 17: Población en caso ideal

Se disminuye considerablemente la concentración de gases, pero tiene el mismo comportamiento.

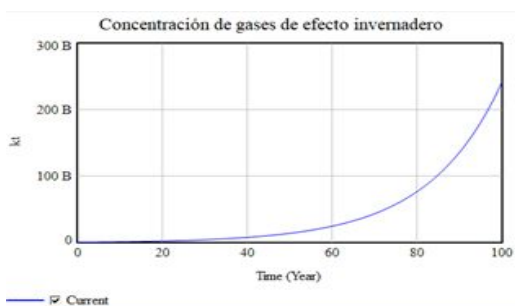


Figura 18: Concentración de gases en caso ideal

Para ver un cambio dentro del patrón de comportamiento de los territorios se hizo necesario cambiar la tasa de demanda de vegetales por un 0.5 y así se obtuvo la siguiente gráfica:

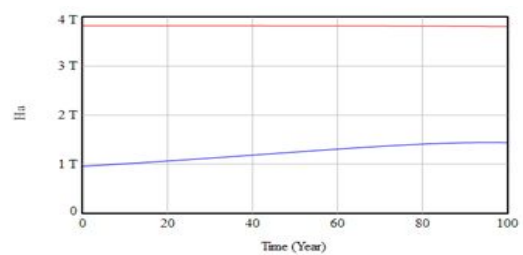


Figura 19: territorios en caso ideal

VI. CONCLUSIONES

En primer lugar para lograr una población vegetariana de tamaño considerable en comparación con la población que lleva una alimentación a base de cárnicos tanto como de verduras es necesario una tasa de adopción del vegetarianismo muy alta, acompañada de una fuerte demanda de productos vegetales. Esto tiene como consecuencia una disminución en la concentración de los gases de efecto invernadero, además de que tendría un cambio de mayor impacto si la demanda de productos cárnicos fuese cero, puesto que la actividad ganadera influye en las emisiones que llegan hacia la atmósfera; aún así si deseáramos que la concentración de gases fuera casi nula se necesitaría la presencia de otros factores tales como acciones correctivas mayores y otro tipo de campañas para disminuir la tasa de emisiones que está dada por otro tipo de actividades humanas. En conclusión una alimentación vegetariana ayuda al medio ambiente pero se necesitaría que se reforzará con medidas de concientización ambiental para cubrir otros aspectos que afectan el entorno y además de esto es difícil que una persona estando en el vegetarianismo continúe allí dado que se presentan diversos factores como pueden ser problemas de salud o presión social.

VII. CONSIDERACIONES DEL MODELO

El modelo es, claramente llevado a cabo en un entorno ideal, es decir, en un mundo donde hay una biomasa (superficie apta para ser cultivable) infinita, donde nadie sufre hambruna, donde todos tienen las mismas posibilidades económicas y el modelo de crecimiento poblacional es polinómico. Es inmediato que el modelo no se adapta perfectamente al mundo real, sin embargo permite un acercamiento al comportamiento sistémico de la adaptación y difusión de ciertos estilos de vida (en este caso, el vegetarianismo) y su influencia en un entorno medio ambiental.

Es necesario aclarar que, para este caso, el vegetarianismo es definido simplemente como no consumir productos que vengan directamente de la industria agropecuaria. El modelo, bajo esta estructura podría ser mucho más exacto si hubiera una mejor sincronía temporal en los datos.

VII.REFERENCIAS

- Office for National Statistics. (s.f.). *World development Indicators*. Recuperado el 29 de 05 de 2019, de <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationestimates>
- Dadax. (s.f.). *Worldometers*. Obtenido de <https://www.worldometers.info/world-population/>
- El Banco Mundial. (s.f.). *Emisiones de gases de efecto invernadero totales (kt de equivalente de CO2)*. Recuperado el 29 de 05 de 2019, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE>
- El Banco Mundial. (s.f.). *Tasa de mortalidad en un año (por cada 1.000 personas)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.CDRT.IN?view=chart>
- El Banco Mundial. (s.f.). *Tasa de natalidad, nacidos vivos en un año (por cada 1.000 personas)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.CBRT.IN?view=chart>
- El Banco Mundial. (s.f.). *Tierras agrícolas (kilómetros cuadrados)*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.AGRI.K2>
- Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). (29 de 11 de 2006). *La ganadería amenaza el medio ambiente*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). (04 de 11 de 2014). *Aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de <http://www.fao.org/news/story/es/item/218907/icode/>
- Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). (s.f.). *Animal production*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de <http://www.fao.org/animal-production/en/>
- Ipsos Mori survey;The Vegan Society;Food Standards Agency (FSA);the National Centre for Social Science Research (Natcen. (2018). *The vegan society*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de <https://www.vegansociety.com/news/media/statistics>
- The Vegetarian Resource Group. (2005). *Nutrition Hotline*. Vegetarian Journal. Recuperado el 30 de 05 de 2019
- The Vegetarian Resource Group. (s.f.). *Do Vegans and Vegetarians Stay Vegetarian?* Recuperado el 30 de 05 de 2019, de https://www.vrg.org/journal/vj2014issue1/2014_issue1_stay_vegetarian.php
- WWF (World Wildlife Fund). (2016). *Planeta Vivo*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/_informe_planeta_vivo/huella_ecologica/