

**RADI** REVISTA ARGENTINA DE INGENIERÍA

Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería • República Argentina • Año 6 • Volumen 12 • Noviembre de 2018



# Revista Argentina de Ingeniería

Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina  
Año 6 - Volumen 12 - Noviembre de 2018



# Estudio de casos en familias del NEA: consumo familiar de agua virtual

Alejandro Ruberto

Marcelo Gómez

Katherina Dzysiuik

Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional del Nordeste  
E-mail: aleruberto44@yahoo.com.ar

## RESUMEN

Se aborda la utilización de agua virtual de dos familias del NEA Argentino para aportar al conocimiento de consumos de pobladores. Se muestrearon dos familias, una de seis integrantes de Corrientes y otra de tres en Resistencia, durante siete meses.

Se relevaron diariamente bienes ingresados en las viviendas y se presenta la huella del agua del consumo de productos cárneos, pan, harinas y lácteos.

Los valores promedio y por persona obtenidos para carne vacuna, son de 3,6 kg la cual necesita 15.415 litros de agua para procesar 1 kg de la misma, resultando 55.494 litros agua/hab/mes.

Asimismo, resultaron 3 kg/hab/mes promedio de pan, necesitando 1.608 litros/kilogramo procesado, que resulta en 4.824 litros agua/hab/mes y 6,7 litros/hab/mes promedio de leche, necesitando 1.020 litros/litro de leche, dando 6.834 litros de agua/hab/mes.

Los artículos analizados indican que, en promedio, la huella de agua por persona en una familia de seis personas es 75.419 litros/mes y 21.992 litros/mes para una de tres.

## ABSTRACT

This paper addresses the use of virtual water of two Argentine NEA families in order to contribute to the knowledge of settlers' consumption. Two families were sampled, one of six members from Corrientes city, and other one with three in Resistencia city, during seven months.

Admitted daily goods of the households were relieved, and the water consumption footprint of meat and dairy products, bread, and flours are presented.

Average values for each person obtained for beef, are of 3.6 kg consuming 14,660 gallons of water/habitant/ month.

The bread consumed was 3 kg/habitant/month, resulting 1,274.4 gallons of water/habitant/month, and on the other hand for dairy the average is 1.76 gallons per habitant/month, resulting in 1,823 gallons of water/ habitant in a month.

The analyzed articles indicate that on average, the water footprint per person in a family of six members is 19,923 gallons/month and 5,810 gallons/month for a family of three.

**PALABRAS CLAVE:** Agua virtual, huella hídrica, consumo familiar, nordeste argentino.

## INTRODUCCIÓN

Realizar estudios de valoración de recursos, potencial aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos conlleva real y amplia valoración de los mismos.

Los conceptos de agua virtual y huella del agua son considerados referentes de usos y consumos utilizados en toda la cadena de producción y como flujo de bienes y servicios del agua fresca utilizada en sus procesos, referidos a una escala espacio - temporal.

La discusión de cuánta agua es necesaria para producir algún bien, por ejemplo, es un tema de análisis detallado.

Según Hoekstra y Chapagain [1] el volumen de agua utilizado necesita de la medición y validación empíricas de mediciones a campo. Este punto es de importancia debido a los escasos datos obtenidos en habitantes tipo del nordeste argentino.

Haddadin [2] apud Hoekstra y Chapagain [1] introducen el concepto de agua "exógena" o "sombra" en referencia a que la importación intensiva de productos "con agua" puede ser considerada como un recurso hídrico externo del propio país que importa. En base a ello, Duarte [3] enfatiza la importancia estratégica del recurso hídrico destacando la trascendencia para el interés humano.

Finalmente Hoekstra y Chapagain [1] caracterizan los distintos usos del recurso e introducen el concepto de huella del agua diferenciándolos por colores y en tres componentes como: verde, azul y gris; siendo la huella de agua azul, el volumen de agua consumida de origen superficial y subterráneo en la elaboración de un producto; la huella verde, el volumen de agua de lluvia utilizada; y la huella gris, el volumen requerido para asimilar la carga poluente basada en estándares de calidad de agua.

## ANTECEDENTES

Mekonnen y Hoekstra [4] evaluaron la cuantificación de la huella hídrica de la cría de animales de granja y de diversos productos de origen animal en un período de diez años: de 1996 a 2005.

Estimaron la cantidad de alimento consumido por categoría animal diferenciadas en vacunos, porcinos, equinos, caprinos y aves, considerando la ocurrencia de tres sistemas de producción: pastoreo, mixto e industrial. También estimaron la huella hídrica verde, azul y gris de los cultivos para su alimentación.

Como metodología propusieron que la huella hídrica de un animal promedio esté relacionada con el alimento consumido y que consta de dos partes: la huella del agua de los diversos ingredientes de los alimentos y del agua que se utiliza para mezclar la alimentación.

El volumen y la composición del alimento consumido varía según el tipo de animal, el sistema de producción y el país donde se realice el proceso, siendo posible calcular la cantidad de alimento consumido siguiendo el enfoque de Hendy [5], donde el total del consumo de alimento anual (incluyendo ambos: concentrados y forrajes) se calcula sobre la base de elaboración anual de productos animales y una eficiente conversión alimenticia.

La eficiencia de conversión del alimento se toma como la cantidad consumida del mismo por unidad producida del producto del animal (por ejemplo, carne, leche o huevo), mientras que la conversión eficiente alimenticia se estima por separado y para cada categoría animal: ganado vacuno, ganado lechero, ovejas, cabras, cerdos y pollos de engorde y para cada sistema de producción animal y por país.

También a la producción de carne es posible clasificarla por tipo de animal y se la puede dividir en categorías (ganado vacuno, cerdos, ovejas y cabras), en países y en producción del sistema; la misma se estima multiplicando el rendimiento, en kilos de carne, por animal sacrificado y por el número anual de animales sacrificados. El rendimiento del cuerpo para cada categoría animal por el sistema de producción se estima por la combinación de los datos de rendimiento del cuerpo de una media de países de la Food Agriculture Organization (FAO) [6] con datos de animales de peso vivo por sistema de producción y por



región económica [5], con los datos sobre el peso del cuerpo como porcentaje del peso vivo [7]. El número de animales sacrificados por sistema de producción se calcula multiplicando el número total de animales por el porcentaje de animales sacados por cada sistema de producción.

A su vez, la producción de leche por país y por sistema productivo, se obtiene de multiplicar la fabricación de leche por vaca lechera por el número total de vacas.

Si se analizan los alimentos que consumen los animales es posible dividirlos generalmente en concentrados y forrajes. El volumen de concentrado para alimentación es posible estimarlo por categoría de animales y por sistema de producción tales como: la multiplicación del volumen de alimento concentrado consumido por los animales por la fracción de concentrado en el total de la alimentación. Además, no existen bases de datos con cobertura mundial en la composición de los alimentos para los diferentes animales por país.

Entonces, es importante contar como fuente de datos: el stock de animales, el número de animales sacrificados por año, la producción anual de productos de origen animal, y el concentrado en la alimentación por país [6].

Los resultados de varios autores, indican que las huellas hídricas de los productos de origen animal varían mucho según los países y los sistemas de producción; dicha huella es altamente relevante para el tamaño, composición geográfica y propagación de la huella hídrica de un producto animal, porque determina la eficiencia de conversión de alimento, composición y origen de los mismos. Las diferencias entre los países están relacionadas con diferentes eficiencias en la conversión alimenticia existente, pero también con el hecho de que las huellas hídricas de los cultivos forrajeros varían de un país a otro en función del clima y las prácticas agrícolas.

Otro factor importante es la propia composición del alimento. Para todos los productos de animales de granja, a excepción de los productos lácteos, la huella total de agua por unidad de producto disminuye desde el siste-

ma por pastoreo a la de producción mixta y luego para la producción industrial; la razón es que cuando se mueve desde el pastoreo a los sistemas de producción industrial, las eficiencias en la conversión de la alimentación mejoran.

Por unidad de producto, se requiere aproximadamente tres a cuatro veces más alimento para sistemas de pastoreo en comparación con los sistemas industriales; más alimento implica que se necesita más agua para producirlo [4].

A modo de ejemplo se pudo establecer que el promedio de huella hídrica para producir carne vacuna y según los tres sistemas de producción: pastoreo, mixto e industrial es 15.400 litros/kg, realizados en base a resultados obtenidos de estudios en EEUU, China, India y Países Bajos.

Mekonnen y Hoekstra [8] estimaron la huella hídrica verde, azul y gris de vegetales y productos vegetales mediante el uso de la dinámica basada en una cuadrícula modelo de balance de agua que tiene en cuenta el clima local, condiciones del suelo y las tasas de aplicación de fertilizantes, a fin de calcular los requerimientos de agua de los cultivos, el uso real de agua del cultivo y los rendimientos, para finalmente, obtener la huella hídrica verde, azul y gris a gran escala.

Basaron sus datos y metodología en: la Evapotranspiración real del cultivo (ETA) (en  $\text{mm.día}^{-1}$ ), que depende de parámetros climáticos que determinan el potencial evapotranspiración, las características del cultivo y la disponibilidad de agua en el suelo [9].

En el caso de la producción de cultivos de secano, el agua azul de uso de cultivos es cero y se calcula el consumo de agua de los cultivos verdes ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) sumando los valores diarios de la ETA ( $\text{mm.día}^{-1}$ ) sobre la longitud del período de crecimiento. En el caso de regadío la producción de cultivos, se calcula el consumo de agua verde y azul mediante la realización de dos escenarios de balance de agua en el suelo ([15], [16], [17]), diferente a lo propuesto por Hoekstra et al. [14]. El primer escenario del balance hídrico del suelo



se realiza en base a la suposición de que el suelo no recibe ningún riego, pero si el uso de parámetros de cultivo de los cultivos de regadío (ej. profundidad de enraizamiento bajo condiciones de riego). El segundo escenario de balance hídrico del suelo se lleva a cabo con la suposición que la cantidad de riego real es suficiente para satisfacer los requerimientos de la planta en cuestión, aplicando los mismos parámetros de cultivos como en el primer escenario. El uso del agua para cultivos de regadío se supone que es igual a la evapotranspiración real del cultivo como se calculó en el primer escenario. Y la cosecha de agua azul es entonces igual a la utilización de agua del cultivo sobre el crecimiento del período simulado en el segundo escenario menos el uso verde de agua de los cultivos según lo estimado en el primer escenario.

Las huellas del agua verde y azul de los cultivos primarios (en  $m^3 \cdot ton^{-1}$ ) se calculan dividiendo el volumen total de uso verde y azul de agua ( $m^3 \cdot año^{-1}$ ), respectivamente, por la cantidad de la producción ( $ton \cdot año^{-1}$ ).

La huella hídrica gris se calcula mediante la cuantificación del volumen de agua necesario para asimilar los nutrientes que llegan a la tierra o aguas superficiales. Los nutrientes de lixiviación usados en la agricultura son una de las causas principales de contaminación de fuentes no puntuales de los cuerpos de agua superficial y subterránea. El componente gris de la huella hídrica ( $m^3 \cdot ton^{-1}$ ) se calcula multiplicando la fracción de nitrógeno que lixivia o se sale por la aplicación de nitrógeno ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) y dividiéndolo por la diferencia entre la concentración máxima aceptable de nitrógeno ( $kg \cdot m^{-3}$ ) y la concentración natural de nitrógeno en el cuerpo receptor ( $kg \cdot m^{-3}$ ), por el rendimiento real del cultivo (en  $ton \cdot ha^{-1}$ ). Las tasas de aplicación de fertilizantes nitrogenados por cultivos específicos de cada país se han estimado sobre la base de Heffer [18], FAO [6], [15] e IFA [19].

Los bienes ingresados en las ciudades de Resistencia y Corrientes (NEA Argentino), que luego se incorporan y son medidos en las dos familias de referencia provienen de diver-

sos sistemas primarios, la mayoría de ellos desconocidos en su sistema de producción, lo cual imposibilita conocer el consumo de cada uno de ellos.

Por esto, se utilizan valores de consumo de agua, para los insumos analizados, de autores de otros países como valores de referencia para el cálculo de la huella hídrica.

## OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar y calcular el consumo de agua virtual de productos alimenticios y su huella hídrica urbana, de dos familias del Nordeste Argentino (NEA).

## MATERIALES

Se tomaron muestras en dos familias del NEA, una residente en la capital de Corrientes de seis integrantes, compuesta por cinco adultos y una adolescente; y la segunda residente en Resistencia, capital del Chaco, compuesta por tres integrantes: dos adultos y una niña.

En este estudio se registró para su análisis a las carnes, desagregadas en vacuna, porcina y avícola (pollo); también se analizaron los productos lácteos, siendo los principales leche en polvo y líquida (generalmente larga vida) y queso.

Finalmente se presentan datos de consumo de productos provenientes de las harinas en forma de pan y pastas secas.

## MÉTODOS

La metodología empleada consistió en el relevamiento con paso de tiempo diario de diversos rubros inherentes al movimiento y consumo diario de las familias descritas.

El período de registro fue de siete meses continuos durante 2013: de junio a diciembre.

Ello contempló abarcar dos periodos estacionales: invierno y primavera del hemisferio sur.

Para los consumos de agua de cada ítem, fueron considerados valores de estudios previos de otros autores, como [8] debido a la falta de registros en Argentina.

De [8] fueron tomados los valores de con-



sumo de agua y su huella de los siguientes rubros muestreados: para carne vacuna 15.415 L/kg; para carne porcina 5.988 L/kg; para carne de pollo 4.325 L/kg.

Para fideos secos son necesarios 1.849 L/kg y para elaboración de pan 1.608 L/kg.

Para leche líquida 1.020 L/kg; para leche en polvo 4.749 L/kg; para manteca 5.553 L/kg y para la elaboración de queso 5.060 L/kg.

Todos los valores considerados de carne y lácteos incluyen la huella de agua azul, verde y gris y son promedios de diferentes muestreos de distintos sistemas de producción, como industrial, mixto y pastoreo a campo y de varios países como China, India, Holanda y EEUU. Los mismos, por ser sistemas de producción similares, se consideran válidos para su aplicación en nuestro país.

Los restantes, pan y pastas secas son promedios también de estudios de [8] e incluyen también huellas de agua azul, verde y gris.

## RESULTADOS

Se presentan los resultados desagregados en tres grandes rubros: pan y pastas secas, carnes y lácteos.

Relativo al consumo de pan y pastas se han desagregado en las dos componentes familiares.

En el consumo de pan, en la familia del Chaco no es posible observar gran variabilidad (ronda alrededor de 1 kg por persona/mes) en el consumo durante los meses de muestreo; siendo que el mayor consumo se registró en el mes de noviembre con 1,21 kg/cápita y el menor en diciembre con 0,6 kg/cápita; con promedio mensual de 0,9 kg/cápita.

En la familia de Corrientes el mayor consumo se registró en el mes de agosto con 4 kg/cápita y el menor en el mes de junio con 1,84 kg/cápita, alcanzando un promedio mensual durante el periodo de muestreo de 3 kg/cápita por mes.

Relativo al consumo de pastas secas, en Chaco se consumió sólo en el mes de octubre con 0,33 kg/cápita; mientras que en Corrientes el mayor consumo se registró en el mes de agosto con 1,67 kg/cápita y el menor en el mes de junio con 0,25 kg/cápita, con prome-

dio mensual de 0,7 kg/cápita por mes.

Los resultados se hallan graficados en la Figura 1.

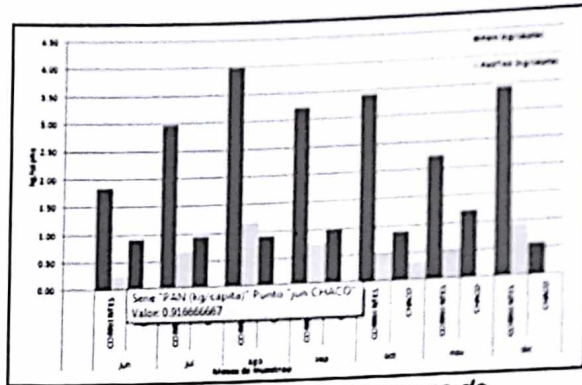


Figura 1: Consumo por persona de pastas secas y pan.

Para la leche en polvo, en la familia chaqueña, el mayor consumo se registró en diciembre con 0,33 kg/cápita y el menor en julio con 0,13 kg/cápita, alcanzando un promedio mensual durante el periodo de muestreo de 0,2 kg/cápita/mes.

En la familia correntina el mayor consumo se registró en los meses de junio, agosto y diciembre con 0,2 kg/cápita y el menor en los meses de octubre y noviembre con 0,07 kg/cápita, alcanzando un promedio mensual durante el periodo de muestreo de 0,1 kg/cápita por mes.

Los resultados se hallan graficados en la Figura 2.

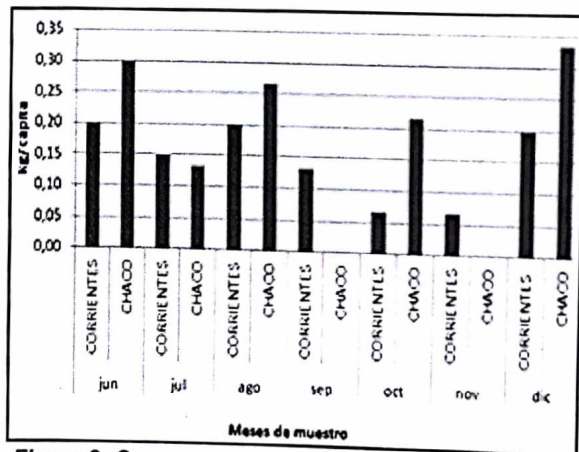


Figura 2: Consumo por persona de leche en polvo.

Para el análisis de leche líquida, en el Chaco la familia realiza compras de gran magnitud

acorde a las ofertas de mercado, lo cual no representa el real consumo mensual observable, siendo sólo ingresos mensuales, por lo tanto se tomó el promedio mensual 6,7 litros/cápita.

En Corrientes no se tiene gran variabilidad en el consumo, el mayor registro fue en agosto con 2,5 litros/cápita y el menor en junio con 1,17 litros/cápita, obteniéndose un promedio mensual durante el periodo de muestreo de 1,7 litros/cápita. Los resultados se hallan graficados en la Figura 3.

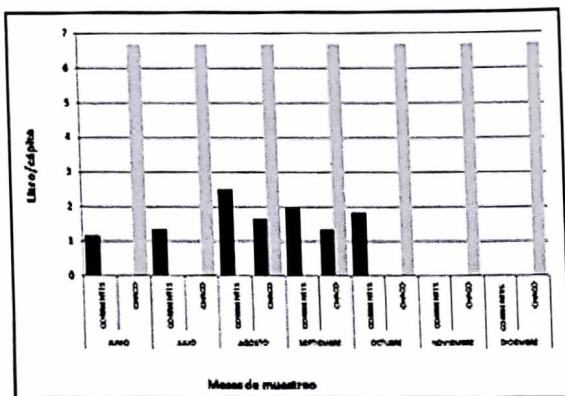


Figura 3: Consumo por persona de leche líquida.

en octubre, en Chaco de 183 gr/cápita y Corrientes 747 gr/cápita, con promedio mensual del periodo de 0,9 kg/cápita/mes para Corrientes y 0,8 kg/cápita/mes para Chaco. Los resultados se hallan graficados en la Figura 5.

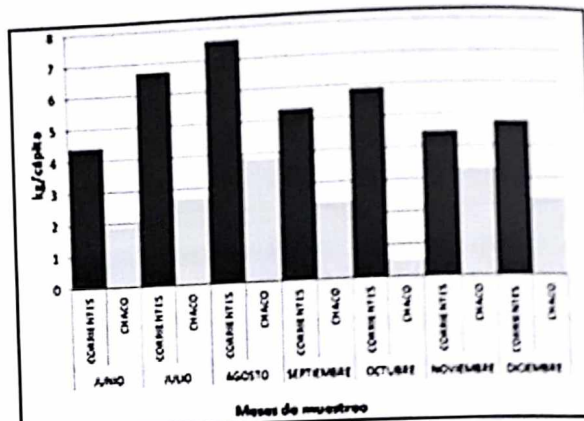


Figura 5: Consumo de queso por persona.

Del muestreo de carne vacuna se obtuvieron los siguientes resultados: en Chaco el mayor consumo se registró en el mes de julio con 0,57 kg/cápita y el menor en octubre con 0,2 kg/cápita, obteniéndose un promedio mensual del periodo de 0,4 kg/cápita.

La familia de Corrientes presenta variabilidad en el consumo donde el mayor valor se registró en julio con 5,5 kg/cápita y el menor en junio con 2,43 kg/cápita; obteniéndose un promedio mensual del periodo de 3,6 kg/cápita. Los resultados se presentan en la Figura 6.

El consumo de manteca sólo es considerado en la familia correntina por ser la única que lo ingiere; donde el mayor valor se registró en agosto con 150 gr/cápita y el menor en octubre con 33 gr/cápita, con promedio mensual del periodo de 79 gr/cápita/mes. Los resultados se hallan graficados en la Figura 4.

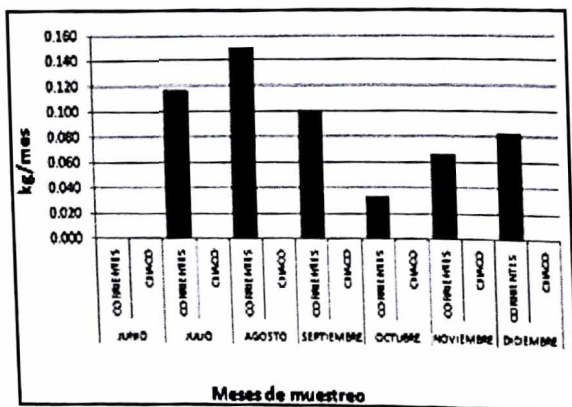


Figura 4: Consumo por persona (en Corrientes) de manteca.

Respecto al queso, el mayor consumo se registró en agosto con 1,27 kg/cápita en Corrientes y 1,29 kg/cápita en Chaco y el menor

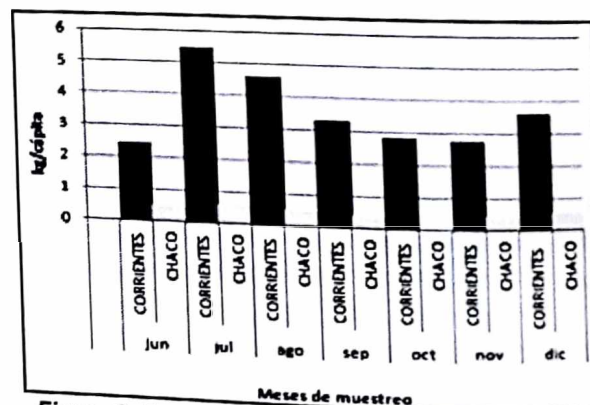


Figura 6: Consumo por persona de carne vacuna.

Para la carne avícola, en Chaco el mayor consumo se registró en noviembre con 0,72 kg/cápita y el menor en julio con 0,32 kg/cápita; con promedio mensual de 0,13 kg/cápita.



En Corrientes el mayor consumo se registró en diciembre con 1,38 kg/cápita y el menor en noviembre con 0,57 kg/cápita; con promedio mensual del periodo de 0,9 kg/cápita. Los resultados se hallan graficados en la Figura 7.

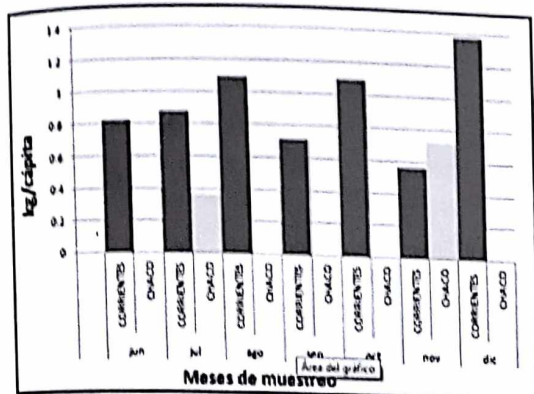


Figura 7: Consumo por persona de carne avícola (pollo).

En el análisis de carne porcina se observó un consumo bastante irregular.

En Chaco el mayor consumo se registró en el mes de julio con 0,59 kg/cápita y el menor en septiembre con 0,083 kg/cápita; con promedio mensual del periodo de 0,3 kg/cápita.

En Corrientes el mayor consumo se registró en octubre con 1,33 kg/cápita y el menor en septiembre con 0,203 kg/cápita; con promedio mensual de 0,4 kg/cápita. Los resultados se muestran en la Figura 8.

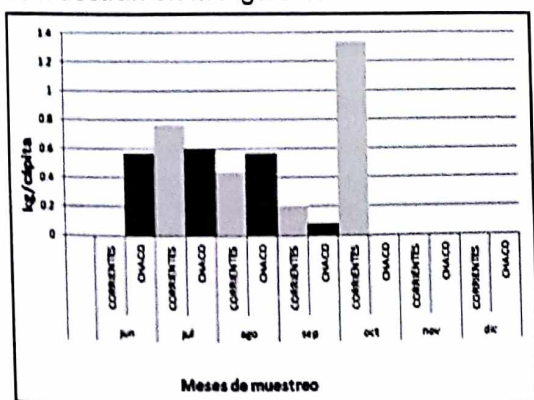


Figura 8: Consumo por persona de carne porcina.

Los resultados finales de consumo y huella hídrica total se presentan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1: Consumos totales de agua por producto y familia.

	CONSUMO TOTAL (periodo de 7 meses)	
	CORRIENTES	CHACO
Leche líquida (litros)	71	141
Consumo de agua (lts)	72.420	143.820
Leche en polvo (kg)	6,1	3,75
Consumo de agua (lts)	28.969	17.808,8
Queso (kg)	39,39	17,26
Consumo de agua (lts)	198.822,30	87.360,9
Manteca (kg)	3,3	0
Consumo de agua (lts)	18.325	0
Carne vacuna (kg)	150,74	8,75
Consumo de agua (lts)	2.323.657,1	134.912,1
Porcina (kg)	16,46	5,44
Consumo de agua (lts)	98.562,5	32.574,7
Avícola (kg)	39,36	3,26
Consumo de agua (lts)	170.232	14.082,2
Pan (kg)	126,8	19,45
Consumo de agua (lts)	203.916,9	31.272,38
Pastas secas (kg)	28,5	1
Consumo de agua (lts)	52.697	1.849

Así, el promedio de la huella del agua para el pan es de 4.855 L/kg para la familia correntina y 1.489 L/kg para la familia chaqueña; la huella del agua promedio para pastas secas es de 1.254 L/kg en la familia correntina; para leche en polvo es 690 L/kg en Corrientes y 848 L/kg para Chaco; promedio de la huella del agua para leche líquida es 1.724 l/litro para Corrientes y 6.848 l/litro para Chaco; para manteca es de 436 L/kg en Corrientes y para queso es de 4.734 L/kg; el promedio para carne vacuna es de 55.325 L/kg/cápita para la familia correntina y 6.424 L/kg/cápita para la chaqueña; de carne porcina 2.347 L/kg para Corrientes y 1.551 L/kg para la del Chaco y de carne de pollo de 4.053 L/kg para Corrientes y 670 L/kg para la del Chaco.

**Tabla 2: Huella hídrica promedio por producto y familia.**

	Huella hídrica promedio mensual per cápita	
	CORRIENTES	CHACO
Leche líquida (litros)	1,7	6,7
Consumo de agua (lts)	1.724,3	6.848,6
Leche en polvo (kg)	0,1	0,2
Consumo de agua (lts)	689,7	848,0
Queso (kg)	0,9	0,8
Consumo de agua (lts)	4.733,9	4.160
Manteca (kg)	0,1	0
Consumo de agua (lts)	436,3	0
Carne vacuna (kg)	3,6	0,4
Consumo de agua (lts)	55.325,2	6.424,4
Porcina (kg)	0,4	0,3
Consumo de agua (lts)	2.346,7	1.551,2
Avícola (kg)	0,9	0,2
Consumo de agua (lts)	4.053,1	670,6
Pan (kg)	3	0,9
Consumo de agua (lts)	4.855,2	1.489,2
Pastas secas (kg)	0,7	0
Consumo de agua (lts)	1.254,7	0
Consumo promedio total del periodo (litros/pers/mes)	75.419,1	21.992

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo ha logrado avanzar sobre metodologías de toma de muestras locales de la región NEA Argentina.

Los autores acuerdan con el concepto de Mekonnen y Hoekstra [4] de que, en esta etapa de las investigaciones, hay parte de empirismo en las mismas, y asimismo muestra la importancia de la colecta de registros para ajustar el análisis de consumos, procesos de producción y distribución locales.

Un aspecto importante a considerar en la toma de datos, es la manera o estrategia de compra de bienes de consumo alimenticios familiares, puesto que en el caso de la familia chaqueña la misma da cuenta de compras sistemáticas, espaciadas temporalmente, de grandes volúmenes de leche líquida, presu-

poniendo que la destreza consiste en el aprovechamiento de ofertas comerciales, lo cual "disfraza" el consumo real y en estos resultados se asumieron consumos promedios.

Como contrapartida, para la familia residente en Corrientes su método consiste en compras semanales, que son un reflejo del consumo real diario y semanal.

Sumados todos los artículos muestreados, es posible decir que en promedio la huella del agua parcial por persona en la familia correntina es de 75.419 litros mensuales y 21.992 litros/mes para la familia chaqueña y sólo para estos artículos.

Del análisis de los alimentos muestreados se observa un mayor consumo de leche líquida en la familia chaqueña. Esto es debido a la alimentación dada a la menor de la misma.

Los hábitos de consumo de queso son similares en ambas familias y en cuanto a la manteca, la familia correntina lo hace habitualmente y la chaqueña no lo tiene en el menú de su dieta.

También se observa que los habitantes en Corrientes consumen más carne, en promedio, que los del Chaco. En la avícola en proporción seis a uno, en vacuna de 8,5 veces y disminuye en la porcina a proporción 1,5:1.

Similar análisis para las pastas secas y el pan, donde los correntinos consumen tres veces más de pan que la familia chaqueña y 28 más que la chaqueña también.

El aporte de este estudio ha sido en cuanto a la metodología de muestreo y obtención de valores locales, inexistentes a la fecha en el NEA.

Los valores de consumo en la producción considerados son promedios de estudios precedentes, y los mismos muestran un amplio rango de variación acorde a diferentes tipos de consumos de los bienes considerados.

Se recomienda el ajuste a valores locales de todos los procesos de producción, como por ejemplo para carne vacuna: todo el proceso de cría de animales, faena, envase, logística, hasta su puesta final en góndola de venta al consumidor.



## REFERENCIAS

- [1] Hoekstra, A.; Chapagain, A. (2008). *Globalization of water*. Blackwell publishing.
- [2] Haddadin, M. (2006). *Water Resources in Jordan: Evolving policies for development, the environment, and conflict resolution*. RFF Press.
- [3] Duarte, O.; DIAZ, E.; GARCÍA, M. et al. (2013). *La huella hídrica del cultivo del arroz en la provincia de Entre Ríos*. XXIV Congreso Nacional del Agua. San Juan, Argentina. I, 192.
- [4] Mekonnen, M.; Hoekstra, A. (2012). A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*. 15, 401–415.
- [5] Hendy, C.; Kleih, U.; Crawshaw R., Phillips, M. (1995). Livestock and the environment finding a balance: Interactions between livestock production systems and the environment, Impact domain: concentrate feed demand. Rome: Food and Agriculture Organization. Disponible en: [www.fao.org/wairdocs/lead/x6123e/x6123e00.htm#Contents].
- [6] FAO. (2009). FAOSTAT database. Available online: [http://faostat.fao.org].
- [7] FAO. (2003). Technical conversion factors for agricultural commodities. Disponible en: [www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf].
- [8] Mekonnen, M.; Hoekstra, A. (2011). *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Hydrology and Earth System Sciences. 15, 5, 1577-1600.
- [9] Allen, R., Pereira, L., Raes, D., Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. FAO Drainage and Irrigation Paper 56, Food and Agriculture Organization, Rome.
- [10] Chapagain, A.; Hoekstra, A. (2004). *Water footprints of nations*. Value of Water Research Report. Series No. 16, NESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
- [11] FAO. (2008). Global map of monthly reference evapotranspiration – 10 arc minutes, GeoNetwork: grid database, Food and Agriculture Organization, Rome, http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/resources.get?id=7416&fname=ref\_evap\_fao\_10min.zip&access=private
- [12] Portmann, F.; Siebert, S.; DöLL, P. (2000). Global monthly irrigated and rainfed crop areas around the year, A new high-resolution data set for agricultural and hydrological modelling, *Global Biogeochem. Cy.*, 24(1), GB1011, doi:10.1029/2008GB003435, Recuperado de: http://www.geo.uni-frankfurt.de/ipg/ag/dl/forschung/MIRCA/data\_download/index.html, last access: 15 October 2009, 2010.
- [13] USDA. (1994). The major world crop areas and climatic profiles, *Agricultural Handbook No. 664*, World Agricultural Outlook Board, United States Department of Agriculture, Recuperado de: www.usda.gov/oce/weather/pubs/Other/MWCACP/MajorWorldCropAreas.pdf.
- [14] Hoekstra, A.; Chapagain, A.; Aldaya, M.; Mekonnen, M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. London: Earthscan, 203.
- [15] FAO. (2006). Fertilizer use by crop. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 17*. Food and Agriculture Organization.
- [16] Siebert, S.; DöLL, P. (2010). Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. *J. Hydrol.*, 384, 198–207.
- [17] Liu, J.; You, L.; Amini, M.; Obersteiner, M.; Herrero, M.; Zehnder, A.; Yang, H. (2010). A high-resolution assessment on global nitrogen flows in cropland. *Proc Natl Acad Sci*, 107, 17, 8035–40.
- [18] Heffer, P. (2009). *Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/2007-2007/2008*. International Fertilizer Industry Association, Paris.