

# HUELLA DEL AGUA URBANA

## Estudio de caso: huella familiar tipo del NEA

*Alejandro Ruberto<sup>1</sup>, Marcelo Gómez<sup>1</sup>, Katherina Dzysiuk<sup>2</sup> y Nadia Segovia<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Grupo de investigación del Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Av. Las Heras 727. (H3500COI) Resistencia, Chaco, Argentina.

<sup>2</sup> Becaria Ciencia y Técnica - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste. Av. Las Heras 727. (H3500COI) Resistencia, Chaco, Argentina.

Correo-e: aleruberto44@yahoo.com.ar

### RESUMEN

Este trabajo aborda al entendimiento de la utilización de agua virtual necesaria para el consumo de bienes de familias del nordeste Argentino con el objeto de aportar al conocimiento de consumos tipo de pobladores de la región.

Se presenta el muestreo realizado en dos familias del NEA, una compuesta por seis integrantes y que habita en la ciudad de Corrientes y otra de tres en Resistencia, siendo el período de registro de siete meses continuos.

La técnica de muestreo fue relevar diariamente bienes ingresados en las viviendas, desagregados en alimentos, artículos de limpieza, indumentaria, cosméticos, insumos y librería, bijouterie, electrodomésticos, regalería. En este análisis se presenta la huella del agua de los productos cárneos, pan y harinas y productos lácteos.

Algunos de los valores más relevantes obtenidos dan cuenta que, en promedio, una persona consume 3,6kg de carne vacuna mensual y si necesita 15.415litros de agua para procesar 1kg, resulta 55.494litros agua/hab/mes.

Se analizaron, también, las ingestas de pan y leche; el primero con promedio de 3kg/hab/mes, necesitando 1.608litros por kilogramo procesado, dando 4.824litros agua/hab/mes y el segundo con promedio de 6,7litros/hab/mes, necesitando 1.020litros de agua por litro de leche, dando un valor promedio mensual de 6.834litros de agua/hab/mes.

**Palabras clave:** agua virtual, huella hídrica, consumo familiar, región nordeste, Argentina.

### ABSTRACT

This article approaches the understanding of the consumption of virtual water, necessary for producing family goods of the argentinian northeast in order to contribute to the knowledge of type consumption of regional settlers.

A sampling of two NEA families is presented: one of the six integrants lives in Corrientes city, and other three in Resistencia city, and the record shows the period of seven continuous months.

The sampling technique was to reveal the taken goods at homes dialy. which are: food, cleaning stuff, clothing, toiletries, supplies, books, jewellery, domestic appliances, presents, and other. The analisys present the water trace of meat products, bread, flour, and dairy products.

Some of the most relevants obtained values show that, in average a person consumes 3,6kg of beef monthly, and needs 15,415litres of water to process 1kg, total water 55,494litres for one person in a month.

Consumption of bread and milk were analyzed, the first one with an average of 3kg for one person a month, needing 1,608litres of water for each processed kilogram, which gives 4,824litres of water for one person in a month, and the second item, with an average consumption of 6,7kg for person in a month, takes 1,020litres of water for person in a month for 1litre of milk, giving a monthly average value of 6,834litres of water for one person in a month.

**Key words:** virtual water, water footprint, familiar consumption, northeast region, Argentina.

## INTRODUCCIÓN E IMPORTANCIA

Realizar estudios de valoración de recursos, potencial aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos conlleva, o lo pretende, real y amplia valoración de los mismos en el sentido más abarcativo.

Aparecen los términos y conceptos de *agua virtual* y *huella del agua* como referentes de usos y consumos utilizados, en general, el primero y como flujo de bienes, que han utilizado agua fresca en sus procesos, referidos a una escala espacio - temporal.

Al plantear el uso de agua virtual hacemos referencia a la algunas escuelas y autores y es posible decir que es el agua *necesaria* para la producción de bienes y servicios.

Entonces la discusión de cuánta agua es *necesaria* para producir, algún bien por ejemplo, es tema de análisis detallado.

Hoekstra y Chapagain (2008) hacen referencia de que el volumen de agua utilizado crea la posibilidad y necesita de la medición y validación empíricas, de mediciones a campo.

Merrett (2003) no prosigue ni aprueba criterios como los de Hoekstra y Chapagain, sino que hasta bromea que el agua virtual es "virtual en sí misma", sin aclaración alguna de porqué lo es.

Algunos autores han propuesto también el término de agua "encarnada" o "embebida", resultando esto confuso puesto que acorde a la consideración anterior no necesariamente la misma está efectivamente incorporada o utilizada en el producto elaborado.

Haddadin (2006) apud Hoekstra y Chapagain (2008) define como agua "exógena" o "sombra", refiriéndose a que la importación intensiva de productos "con agua" puede ser considerado como un recurso hídrico externo del propio país importador.

En base a lo antedicho, es posible decir que el recurso hídrico pasa a ser un asunto de importancia estratégica y de alto interés humanístico (Duarte, 2013).

Para caracterizar los distintos usos del recurso, el concepto de *huella del agua* los diferencia por colores en tres componentes según: huella hídrica verde, azul y gris (Hoekstra y Chapagain 2008).

Conociendo que 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 agua de lluvia utilizada y el agua gris la requerida para asimilar la carga poluente basada en estándares de calidad de agua.

## ANTECEDENTES Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Mekonnen y Hoekstra (2012) evaluaron la cuantificación de la huella hídrica de animales de granja y de diversos productos de origen animal en un período de diez años (1996-2005).

Estimaron la cantidad de alimento consumido por categoría animal diferenciadas en vacunos, porcinos, ovinos, equinos, caprinos y avícolas, considerando la ocurrencia de tres sistemas de producción: pastoreo, mixto e industrial. Y también estimaron la huella hídrica verde, azul y gris del cultivo para su alimentación.

Como metodología propusieron que la huella hídrica de un animal promedio esté relacionado 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, dependiendo del tipo de animal, el sistema de producción y del país donde se realice el proceso, siendo que la cantidad de alimento consumido es posible calcularla siguiendo el enfoque de Hendy y otros (1995), en la que 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.

Siendo la eficiencia de conversión del alimento la cantidad de alimento consumido por unidad

producida del producto del animal (por ejemplo, carne, leche o huevo). Y la conversión eficiente alimenticia se estimó por separado y para cada categoría animal: ganado vacuno, ganado lechero, ovejas, cabras, cerdos y pollos de engorde, para cada sistema de producción animal y por país.

También a la producción de carne es posible clasificarla por animales y se lo 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 estimó por la combinación de los datos de rendimiento del cuerpo de una media de países de la Food Agriculture Administration (FAO) (2009) con datos sobre animales de peso vivo por sistema de producción por región económica (Hendy y otros 1995), con los datos sobre el peso del cuerpo como porcentaje del peso vivo (FAO 2003). El número de animales sacrificados por sistema de producción se calcula multiplicando el número total de animales por porcentaje de animales sacados por sistema de producción.

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

Y si se analizan los alimentos que consumen los animales es posible dividirlos generalmente en concentrados y forrajes. El volumen de concentrado en la alimentación se ha estimado por categoría de animales y por sistema de producción 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, (FAOSTAT - FAO 2009).

De resultados de varios autores, se presenta que *las huellas hídricas de los productos de origen animal varían mucho según los países y los sistemas de producción*; el mismo 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 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 sistema por pastoreo a la de producción mixta y luego para la producción industrial; la razón es que, cuando se mueve desde el pastoreo de 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 según Mekonnen y Hoekstra (2012).

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

Mekonnen Y Hoekstra (2011), estimaron la huella hídrica verde, azul y gris de vegetales y productos vegetales; cuantificando agua verde, azul y gris de la huella de producción agrícola mediante el uso de una 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, para 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 nivel de red.

Basaron sus datos y metodología en: la EvapoTranspiración real del cultivo (ETA) (en  $\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$ ) que depende de parámetros climáticos que determinan el potencial evapotranspiración, las características del cultivo y la disponibilidad de agua en el suelo (Allen et al, 1998) , vinculándolos

con la siguiente expresión:

$$ETa [t] = Kc [t] \times Ks [t] \times ETo [t] \quad (1)$$

Los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) se obtuvieron a partir de Chapagain y Hoekstra (2004). Se obtuvieron fechas de siembra de cultivos y la duración de las temporadas de cultivo de la FAO (2008), Portmann et al. (2010) y USDA (1994). Para algunos cultivos, los valores se han usado los obtenidos por Chapagain y Hoekstra (2004) y no se han considerado prácticas de cultivos múltiples.

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 verde ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) sumando los valores diarios de la ETA ( $mm \cdot día^{-1}$ ) 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, diferente como proponen Hoekstra et al (2011), y también se aplica por la FAO (2005), Siebert y Doll (2010) y Liu y Yang (2010). El primer escenario del balance hídrico del suelo se realiza en base a la suposición de que el suelo no recibe ningún riego, pero sí 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 (2009), FAO (2006, 2009) e IFA (2009).

## 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 ha trabajado tomando muestras en dos familias representativas del NEA, una residente en la capital de Corrientes de seis integrantes y compuesta por cinco adultos y una adolescente; y la segunda habita en Resistencia, capital del Chaco, compuesta por tres integrantes: dos adultos y una niña.

En una planilla ad hoc realizada para este estudio, fueron en principio, relevados ítems como indumentaria, alimentos, artículos de limpieza, cosméticos, insumos, bijouterie, electrodomésticos, regalos, alimentos para mascotas y varios.

La indumentaria ha incluido artículos como calzados, remeras, medias, vaqueros, ropa interior, camisas, camperas, buzos.

Los alimentos fueron subdivididos en verduras, frutas, lácteos, carnes, aceites, cereales,

fiambres, enlatados, envasados, bebidas, entre otros.

Los de limpieza en higiene personal (jabón, champú, talco, papel higiénico, desodorante y otros) e higiene en general con artículos tales como trapo de piso, lavandina, jabones, detergente, escoba, balde, papel de cocina, bolsa de residuos, esponjas, etc.

En este estudio se han separado para su análisis a las carnes, desagregadas en vacuna, porcina y avícola (pollo); también se analizan 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 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 ha sido de siete meses continuos durante 2013: de junio a diciembre.

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

## RESULTADOS

Se presentan los resultados desagregados en tres grandes rubros: pan y fideos secos, 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 en el consumo durante los meses de muestreo; siendo que el mayor consumo se registró en el mes de noviembre con 1,21kg/cápita y el menor en diciembre con 0,6kg/cápita; con promedio mensual de 0,9kg/cápita.

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

Relativo al consumo de pastas secas, en Chaco solo se consumió en sólo un mes, el de octubre con 0,33kg/cápita; y en Corrientes el mayor consumo se registró en el mes de agosto con 1,67kg/cápita y el menor en el mes de junio con 0,25kg/cápita, con promedio mensual de 0,7kg/cápita por mes.

Los resultados son graficados en la figura número 1:

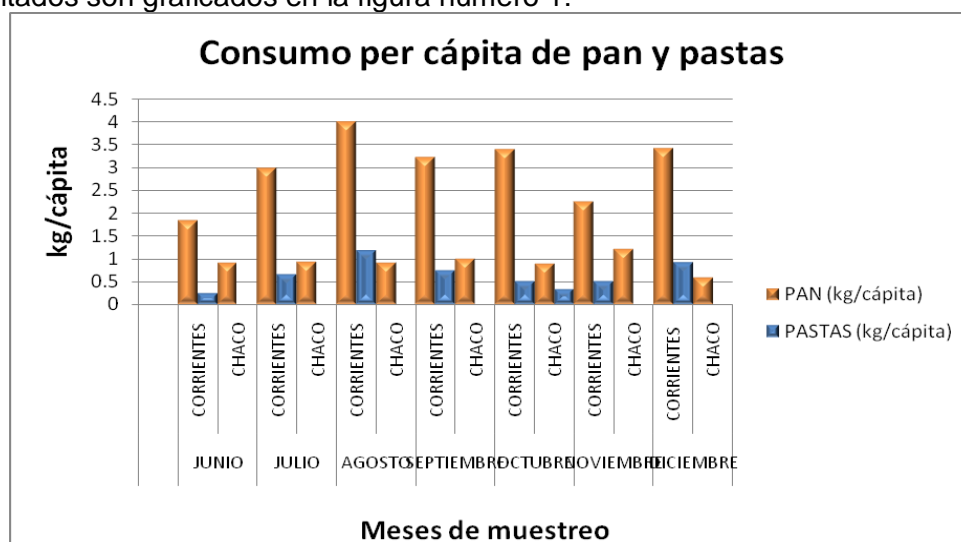


Figura 1 - Consumo por persona de pastas secas y pan, mensual.

En el consumo de *leche en polvo*, en la familia chaqueña, el mayor consumo se registró en el mes de diciembre con 0,33kg/cápita y el menor en el mes de julio con 0,13kg/cápita, alcanzando

un promedio mensual durante el periodo de muestreo de 0,2kg/cápita/mes.

En la familia correntina el mayor consumo se registró en los meses de junio, agosto y diciembre con 0,2kg/cápita y el menor en los meses de octubre y noviembre con 0,067kg/cápita, alcanzando un promedio mensual durante el periodo de muestreo de 0,1 kg/cápita por mes.

Los resultados son graficados en la figura número 2:

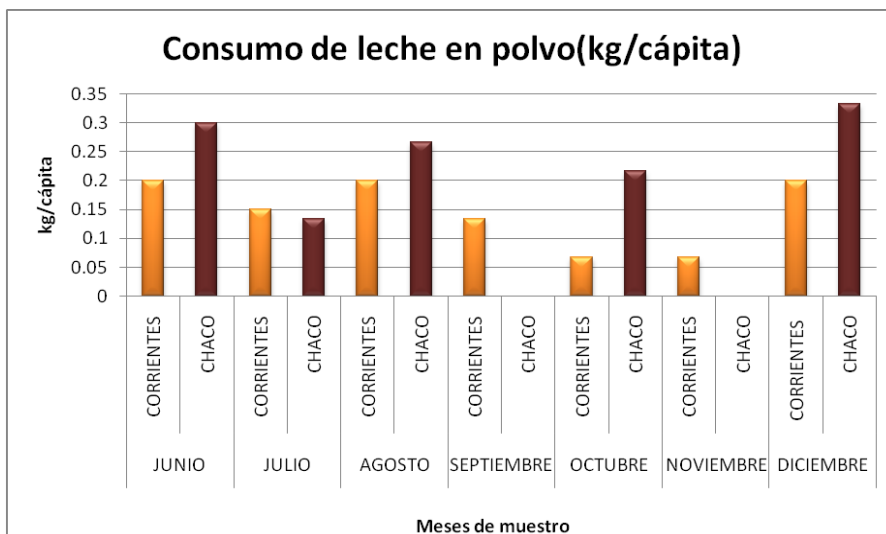


Figura 2 - Consumo por persona de leche en polvo.

Para el análisis de leche líquida, en la provincia del Chaco, la familia realiza compras de gran magnitud acorde las ofertas, lo cual no representa el real consumo mensual observable, siendo sólo ingresos mensuales, por lo tanto se tomó el promedio mensual 6,7litros/cápita.

En Corrientes no se tiene gran variabilidad en el consumo, el mayor registro es en agosto con 2,5litros/cápita y el menor en junio con 1,17litros/cápita. Obteniéndose un promedio mensual durante en el periodo de muestreo de 1,7litros/cápita.

Los resultados son graficados en la figura número 3:

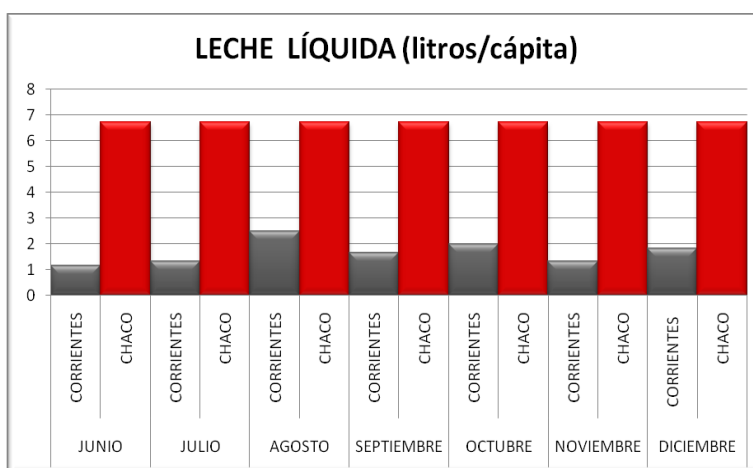
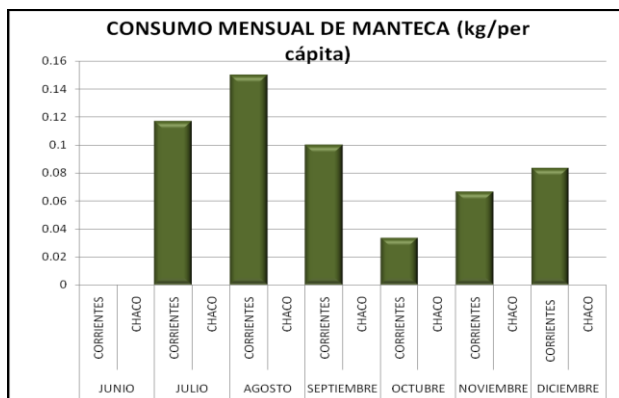


Figura 3 - Consumo por persona de leche líquida.

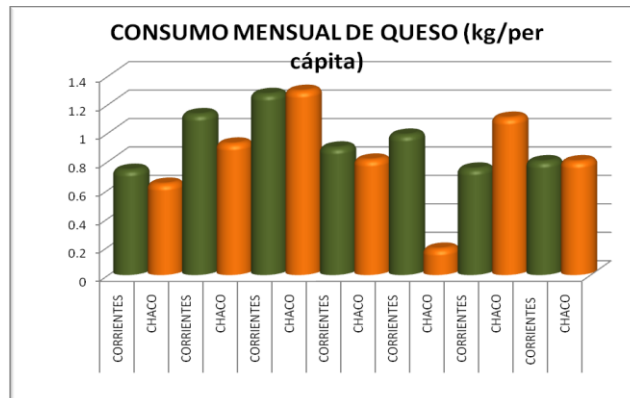
El consumo de *manteca* solo es considerado en la familia correntina la única que lo consume. El mayor consumo se registró en agosto con 150gr/cápita y el menor en octubre con 33gr/cápita, con un promedio mensual del periodo de 79gr/cápita/mes. Los resultados son graficados en la figura 4.

Del *queso*, el mayor consumo se registró en agosto con 1,27kg/cápita en Corrientes y

1,29kg/cápita en Chaco y el menor en octubre, en Chaco de 183gr/cápita y Corrientes 747gr/cápita, con promedio mensual del periodo de 0,9kg/cápita/mes para Corrientes y 0,8kg/cápita/mes para Chaco. Los resultados son graficados en la figura número 5.



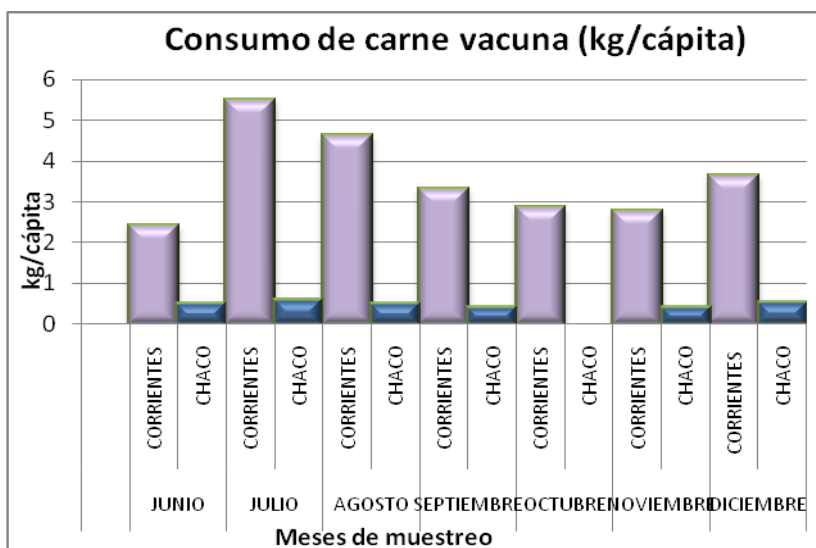
**Figura 4** - Consumo mensual por persona (en Corrientes) de manteca.



**Figura 5** - Consumo por persona de queso.

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

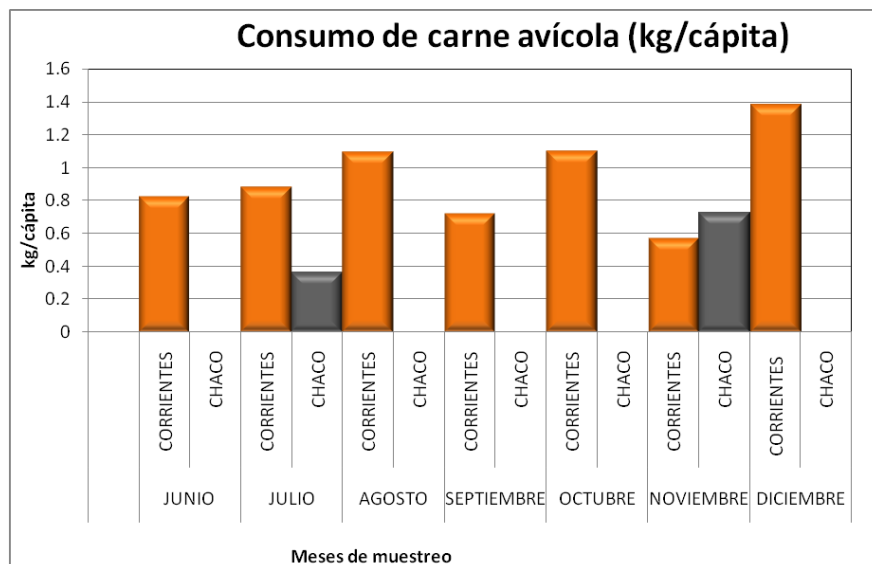
Corrientes presenta gran variabilidad en el consumo donde el mayor valor se registró en julio con 5,5kg/cápita y el menor en junio con 2,43kg/cápita; obteniéndose un promedio mensual del periodo de 3,6kg/cápita. Los resultados se presentan en la figura 6:



**Figura 6** - Consumo por persona de carne vacuna.

Para el consumo de carne avícola, en el Chaco el mayor consumo se registró en noviembre con 0,72kg/cápita y el menor en julio con 0,32kg/cápita; con promedio mensual de 0,2kg/cápita.

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

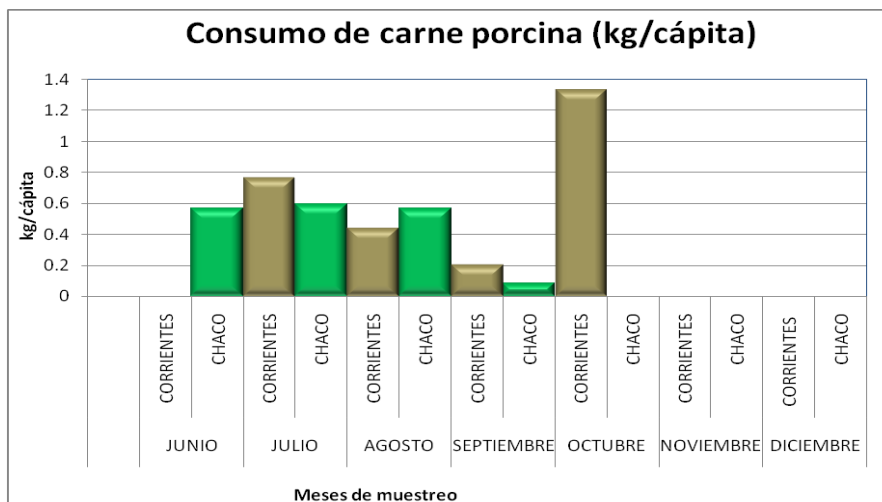


**Figura 7** - Consumo por persona de carne avícola (pollo).

En el análisis de carne porcina se ha observado consumo bastante irregular.

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

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



**Figura 8** - Consumo por persona de carne porcina.

De Mekonnen y Hoekstra (2012) fueron tomados los valores de consumo de agua y su huella de los siguientes rubros muestreados: para carne vacuna 15.415litros/kg; para porcina 5.988 litros/kg; para carne de pollo 4.325litros/kg.

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

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

Todos los valores 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, EEUU.

Los restantes, pan y fideos secos son promedios también del estudios de Mekonnen y Hoekstra (2011) e incluyen huellas de agua azul, verde y gris también.

Los resultados finales se presentan en tabla número 1:



**Tabla 1** - Consumos totales de agua por producto, familia y su huella hídrica.

	CONSUMO TOTAL (7 meses)		HUELLA HÍDRICA PROMEDIO MENSUAL PER CÁPITA	
	CORRIENTES	CHACO	CORRIENTES	CHACO
LECHE LÍQUIDA (litros)	71	141	1,7	6,7
Consumo de agua (litros)	72.420	143.820	1.724,3	6.848,6
LECHE EN POLVO (kg)	6,1	3,75	0,1	0,2
Consumo de agua (litros)	28.969	17.808,8	689,7	848,0
QUESO (kg)	39,39	17,26	0,9	0,8
Consumo de agua (litros)	198.822,30	87.360,9	4.733,9	4.160
MANTECA (kg)	3,3	0	0,1	0
Consumo de agua (litros)	18.325	0	436,3	0
CARNE VACUNA (kg)	150,74	8,75	3,6	0,4
Consumo de agua (litros)	2.323.657,1	134.912,1	55.325,2	6.424,4
PORCINA (kg)	16,46	5,44	0,4	0,3
Consumo de agua (litros)	98.562,5	32.574,7	2.346,7	1.551,2
AVICOLA (kg)	39,36	3,26	0,9	0,2
Consumo de agua (litros)	170.232	14.082,20	4.053,1	670,6
PAN (kg)	126,81	19,45	3	0,9
Consumo de agua (litros)	203.916,9	31.272,38	4.855,2	1.489,2
PASTAS SECAS (kg)	28,5	1	0,7	0
Consumo de agua (litros)	52.697	1.849	1.254,7	88
<b>Consumo promedio total del periodo (litros/pers/mes)</b>			<b>75.419,1</b>	<b>22.080</b>

## DISCUSIONES 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 de que, en esta etapa de las investigaciones, hay parte de empirismo en las mismas, y muestra la importancia de la colecta de registros para acercamiento a consumos, procesos de producción y distribución locales.

Un aspecto importante a tener en cuenta es la manera o estrategia de compra de bienes de consumo alimenticios familiares, puesto que en uno de nuestros casos la misma da cuenta de compras sistemáticas, espaciadas temporalmente, de grandes volúmenes de leche líquida, presuponiendo que la destreza consiste en el aprovechamiento de ofertas comerciales, lo cual "disfraza" el consumo real y en éstos resultados se asumieron consumos promedios.

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

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

Sumados todos estos artículos muestreados, es posible decir que en promedio la huella del agua por persona en la familia correntina es de 75.419 litros mensuales y 22.080 litros/mes para la familia chaqueña y solo para estos artículos.

Se pretende como principal aporte de este estudio a la metodología de muestro de valores locales.

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

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

- 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.
- Chapagain, A., Hoekstra, A. 2004. Water footprints of nations. Value of Water Research Report. Series No. 16, NESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
- Doorenbos, J., Kassam, A. 1979. Yield response to water. *FAO Drainage and Irrigation Paper* 33. FAO, Rome.
- Duarte, O. 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.
- FAO. 2003. Technical conversion factors for agricultural commodities. Disponible en: [[www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf)].
- FAO. 2006. Fertilizer use by crop, FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 17, Food and Agriculture Organization.
- 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](http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/resources.get?id=7416&fname=ref%20evap%20fao%2010min.zip&access=private)
- FAO. 2009. FAOSTAT database. Available online: [<http://faostat.fao.org>].
- Haddadin, M. 2006. Water Resources in Jordan: Evolving policies for development, the environment, and conflict resolution. *RFF Press*.
- Heffer, P. 2009. Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/2007-2007/2008. International Fertilizer Industry Association, Paris.
- 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. Disponible en: [[www.fao.org/wairdocs/lead/x6123e/x6123e00.htm#Contents](http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6123e/x6123e00.htm#Contents)]. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Hoekstra, A., Chapagain, A. 2008. Globalization of water. *Blackwell publishing*. ISBN: 978-1-4051-6335-4.
- Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM. 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. London: Earthscan. p 203
- IFA. 2009. International Fertilizer Industry Association Databank, [www.fertilizer.org/ifa/ifadata/results](http://www.fertilizer.org/ifa/ifadata/results).
- Liu J, You L, Amini M, Obersteiner M, Herrero M, Zehnder AJB, Yang H. 2010. A high-resolution assessment on global nitrogen flows in cropland. *Proc Natl Acad Sci* 107(17):8035–40.
- Merrett, S. 2003. Virtual water and Occam's Razor. *Water International*. 28 (1): 103-105.
- Mekonnen, M. and Hoekstra, A. 2012. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*. 15: 401–415.
- 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.
- Portmann, F. T., Siebert, S., and Döll, P. Global monthly irrigated and rainfed crop areas around the year 2000: A new high-resolution data set for agricultural and hydrological modelling, *Global Biogeochem. Cy.*, 24(1), GB1011, doi:10.1029/2008GB003435, available at: [http://www.geo.uni-frankfurt.de/ipg/ag/dl/forschung/MIRCA/data\\_download/index.html](http://www.geo.uni-frankfurt.de/ipg/ag/dl/forschung/MIRCA/data_download/index.html), last access: 15 October 2009, 2010.
- Siebert, S. and 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.
- USDA. 1994. The major world crop areas and climatic profiles, Agricultural Handbook No. 664, World Agricultural Outlook Board, United States Department of Agriculture, disponible en: [www.usda.gov/oce/weather/pubs/Other/MWCACP/MajorWorldCropAreas.pdf](http://www.usda.gov/oce/weather/pubs/Other/MWCACP/MajorWorldCropAreas.pdf).