

Abortos espontáneos e hipotiroidismo en poblaciones rurales argentinas rodeadas de cultivos pulverizados con plaguicidas

 **Damián Verzeñassi^{1,2}, Facundo Fernández^{1,3}, Daniela Madanes⁴,
María Agustina Etchegoyen⁵, Guillermo E. Hough⁶, Alejandro Vallini^{1,7}**

1. Instituto de Salud Socioambiental, Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), Santa Fe, Argentina.

2. Facultad de Medicina de la Universidad del Chaco Austral (UNCAus), Resistencia, Chaco, Argentina.

3. Comisión de Salud Socioambiental, Colegio de Médicos 2° Circunscripción, Santa Fe, Argentina.

4. Maestría Salud Socioambiental, Centro de Estudios Interdisciplinarios Universidad Nacional de Rosario (UNR), Santa Fe, Argentina.

5. Escuela superior de Medicina, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Buenos Aires, Argentina

6. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

7. Clínica Ambiental Sede Argentina, Plataforma de Estudios Ambientales y Sostenibilidad (PEAS) del Centro de Estudios Interdisciplinarios (CEI) de la UNR, Santa Fe, Argentina.

Enviado: 23 de febrero de 2026

Aceptado: 9 de abril de 2026

Contacto: guillermohough@yahoo.com

Resumen

Objetivo: Analizar datos epidemiológicos del período 2008-2018 en comunidades rurales argentinas expuestas a pulverizaciones con plaguicidas agrícolas, cubriendo abortos espontáneos, índices de hipotiroidismo y su correlación.

Metodología: Se implementó una encuesta de salud de carácter censal realizada por estudiantes del último año de Medicina en nueve localidades rurales de la Provincia de Santa Fe, rodeadas por campos pulverizados con plaguicidas. La muestra incluyó a 6497 mujeres de entre 18 y 70 años, quienes reportaron sus antecedentes de abortos espontáneos y tratamiento médico por hipotiroidismo.

Resultados: Se registraron 2870 embarazos entre 2008 y 2018. Del total, 2501 (87%) culminaron en nacimientos y 369 (13%) en pérdidas gestacionales, de las cuales 285 ocurrieron en el primer trimestre. La estimación de pérdidas sobre embarazos en el primer trimestre mostró un aumento sostenido en el periodo: de 4,1% a 12,8% y de 11,1% a 19,8% para edades ≤ 30 y ≥ 31 , respectivamente. La prevalencia de hipotiroidismo fue del 11,9%; la incidencia aumentó 2,5 veces entre 2008 y 2018. Ajustado por edad, el riesgo de aborto fue significativamente mayor (40%) en mujeres con hipotiroidismo.

Conclusión: Se evidenció un incremento en la frecuencia de abortos espontáneos en el primer trimestre y en la incidencia de hipotiroidismo. La magnitud y su asociación alertan sobre la vulnerabilidad de las mujeres que habitan localidades rurales afectadas por aplicaciones de plaguicidas agrícolas y sugieren posibles impactos negativos sobre su salud. Este estudio aporta evidencia comunitaria clave para orientar futuras investigaciones y políticas públicas de prevención de riesgos para la salud.

Palabras clave: plaguicidas agrícolas; abortos espontáneos; hipotiroidismo; Argentina; epidemiología; encuesta.

Miscarriages and Hypothyroidism in Argentinian Rural Populations Surrounded by Pesticide-Sprayed Croplands

Abstract

Objective: To analyze epidemiological data from 2008–2018 in Argentinian rural communities exposed to agricultural pesticide spraying, focusing on miscarriages and hypothyroidism rates, and their correlation.

Methodology: A census-based health survey was conducted by last-year medical students in nine rural towns in the province of Santa Fe, surrounded by pesticide-sprayed agricultural fields. The sample included 6,497 women aged 18–70 years who reported their histories of miscarriages and medical treatment for hypothyroidism.

Results: A total of 2,870 pregnancies were recorded between 2008 and 2018. Of these, 2,501 (87%) resulted in live births and 369 (13%) in miscarriages; 285 of them took place during the first trimester. The estimated rate of losses among first-trimester pregnancies showed a sustained increase during the study period: from 4.1% to 12.8% among women aged ≤ 30 years and from 11.1% to 19.8% among those aged ≥ 31 years. The prevalence of hypothyroidism was 11.9%, and incidence increased 2.5-fold between 2008 and 2018. After adjustment for age, the risk of miscarriage was significantly higher (40%) among women with hypothyroidism.

Conclusion: An increase in first-trimester miscarriages and hypothyroidism incidence was observed. The magnitude of these findings and their association raise concerns about the vulnerability of women living in rural communities affected by agricultural pesticide applications and suggest possible adverse impacts on their health. This study provides important community-based evidence to guide future research and public policies aimed at preventing health risks.

Keywords: agricultural pesticides; miscarriages; hypothyroidism; Argentina; epidemiology; survey.

Abortos Espontâneos e Hipotireoidismo em populações rurais argentinas cercadas por cultivos fumigados com agrotóxicos

Resumo

Objetivo: Analisar dados epidemiológicos de 2008 a 2018 em comunidades rurais argentinas expostas à fumigação de agrotóxicos, abrangendo abortos espontâneos, taxas de hipotireoidismo e sua correlação.

Metodologia: Um levantamento de saúde no estilo censo foi conduzido por estudantes de medicina do último ano em nove comunidades rurais da Província de Santa Fé, cercadas por campos fumigados com agrotóxicos. A amostra incluiu 6.497 mulheres entre 18 e 70 anos de idade que relataram histórico de abortos espontâneos e tratamento médico para hipotireoidismo.

Resultados: Um total de 2.870 gestações foram registradas entre 2008 e 2018. Destas, 2.501 (87%) resultaram em nascidos vivos e 369 (13%) em perda gestacional, das quais 285 ocorreram no primeiro trimestre. A taxa estimada de perda gestacional no primeiro trimestre apresentou um acréscimo contínuo durante o período: de 4,1% para 12,8% e de 11,1% para 19,8%, nas idades de ≤ 30 e ≥ 31 anos, respectivamente. A prevalência de hipotireoidismo foi de 11,9%; a incidência aumentou 2,5 vezes entre 2008 e 2018. Ajustado por idade, o risco de aborto espontâneo foi significativamente maior (40%) em mulheres com hipotireoidismo.

Conclusão: Observou-se um aumento na frequência de abortos espontâneos no primeiro trimestre e na incidência de hipotireoidismo. A magnitude e a associação desses casos destacam a vulnerabilidade de mulheres que vivem em comunidades rurais afetadas pela aplicação de agrotóxicos e sugerem potenciais impactos negativos em sua saúde. Este estudo fornece evidências importantes baseadas na comunidade para orientar futuras pesquisas e políticas públicas para a prevenção de riscos à saúde.

Palavras-chave: agrotóxicos; abortos espontâneos; hipotireoidismo; Argentina; epidemiologia; enquête.

Introducción

La agricultura ocupa un lugar crucial en la economía argentina, con aproximadamente 37 millones de hectáreas anuales cultivadas (1). El modelo de agronegocios instalado se basa en un paquete agrobiotecnológico cerrado que combina Organismos Genéticamente Modificados (OGM), siendo casi el 100% de la soja y el maíz cultivos transgénicos, y la aplicación intensiva y creciente de plaguicidas agrícolas (PA) (1).

Si bien Argentina se posiciona entre los países con mayor consumo mundial de PA, no existen datos oficiales actualizados sobre los volúmenes utilizados. Según estimaciones de la FAO para 2023, el uso anual de PA en Argentina fue de 6,3 kg por hectárea cultivada, en comparación con 2,8 kg en Estados Unidos y 3,7 kg en Francia, siendo el glifosato el PA más utilizado (2).

Actualmente, en el país están autorizados cerca de 340 ingredientes activos de PA, de los cuales 120 no cuentan con aprobación en la Unión Europea (3). Este dato pone de manifiesto no sólo el uso de sustancias más peligrosas, sino también su aplicación en mayores cantidades. A ello se suma el problema de las derivas, que impiden que la totalidad del producto aplicado alcance a las especies objetivo —ya sean malezas, hongos o insectos—, incrementando así la probabilidad de exposición ambiental (4).

En este contexto, los PA constituyen un factor de riesgo para la salud humana, ya sea por intoxicación aguda o por exposición crónica, generando impactos negativos en la salud pública. Aunque la exposición de toda la población a PA es preocupante, las mujeres embarazadas y los fetos son especialmente vulnerables a la exposición a PA debido a su mayor susceptibilidad durante el desarrollo intrauterino, que implica un rápido crecimiento celular y cambios metabólicos (5). La exposición durante esta etapa puede provocar efectos duraderos e irreversibles en la salud con consecuencias a largo plazo y potencialmente intergeneracionales (6).

Diversos estudios realizados en todo el mundo han investigado la relación entre la exposición a PA y la salud reproductiva. Se ha señalado que los PA alteran el ciclo menstrual, la foliculogénesis y la ovulación (7), provocando alteraciones en el útero, en el embrión, defectos de implantación y diversas patologías asociadas a abortos espontáneos (8).

Además, numerosos PA se consideran disruptores endocrinos (DE), entre ellos, el herbicida glifosato (8). Los DE interactúan con el sistema endocrino y alteran su funcionamiento normal, el desarrollo sexual y, en última instancia, la reproducción (9). La exposición a los DE durante el embarazo puede afectar al desarrollo fetal, mientras que la exposición en las primeras etapas de la vida puede alterar el desarrollo del tejido reproductivo y provocar futuros problemas de salud (10). Asimismo, la exposición neonatal a dichos compuestos puede generar efectos transgeneracionales, comprometiendo la salud reproductiva de las generaciones futuras (8).

Por otra parte, se ha señalado que algunas enfermedades crónicas predisponen trastornos en el desarrollo del embarazo, como el hipotiroidismo (HIP), caracterizado por una reducción de la función de la glándula tiroides y la producción de hormonas (11). Durante el embarazo, esta condición se asocia a un mayor riesgo de abortos espontáneos, preeclampsia, bajo peso al nacer, parto prematuro y muerte perinatal (12).

Es crucial destacar que el uso de PA se ha relacionado con el desarrollo de trastornos tiroideos (11). Crivellente y colaboradores informaron que las sustancias activas que se encuentran en los PA tienen una correlación positiva en el desarrollo del HIP (13).

Si bien existe una sólida base de conocimiento sobre el impacto de los PA en la salud sexual y reproductiva, las tendencias actuales tienden a subestimar los riesgos asociados (3). En Argentina, a pesar de la creciente evidencia y las reiteradas denuncias por parte de las comunidades afectadas, los organismos gubernamentales aún no han realizado estudios epidemiológicos sobre los efectos de la exposición a PA en la fertilidad y el embarazo. Tampoco se han implementado políticas de salud pública orientadas a abordar esta problemática. En este contexto, esta investigación busca contribuir a reducir este vacío de conocimiento, generando datos epidemiológicos sobre las comunidades que habitan en zonas rodeadas de cultivos pulverizados con PA, centrándose en los abortos espontáneos, la incidencia de HIP y su correlación.

Metodología

Localidades y población

Se seleccionaron nueve localidades (9L) de la Provincia de Santa Fe, representativas de la región pampeana caracterizada por una agricultura intensiva y homogénea entre ellas desde la introducción en 1996 de la soja genéticamente modificada resistente al glifosato. Actualmente, todas las localidades presentan una estructura económico-productiva predominantemente agroindustrial (14). La descripción de la demografía de 8 de ellas fue previamente publicada por Verzeñassi y colaboradores (15). En el presente estudio se incorpora San Jorge como novena localidad, en la cual se encuestaron 3748 personas. La mayoría de las personas en las 9L residían a una distancia de entre 0 y 400 metros de los campos pulverizados. En San Jorge, localidad de mayor tamaño, aproximadamente la mitad de los encuestados vivía entre 400 y 1000 metros de las zonas de pulverización.

Encuesta

Durante el período 2010–2019, el examen final de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario consistió en la realización de Campamentos Sanitarios (CS) por parte de estudiantes, quienes fueron previamente capacitados durante tres meses. Una de las actividades principales fue la aplicación de una encuesta de salud realizada casa por casa. La encuesta

contaba con la aprobación Institucional, ya que el CS formaba parte de los planes de estudio aprobados de la Facultad (Resolución 2086/2010 de la Facultad).

Esta encuesta se aplicó en las 9L, 8 de ellas con menos de 6000 habitantes, y la novena, San Jorge, que contaba con aproximadamente 19000 habitantes al momento del relevamiento. Los CS fueron realizados entre los años 2014 y 2019. El instrumento relevó información sobre características demográficas, condiciones de salud, uso de medicamentos, percepción del estado de salud y percepción de contaminación ambiental durante el período 2008-2018. Los detalles metodológicos y el cuestionario completo han sido publicados previamente (15).

La encuesta se realizó mediante una visita puerta a puerta, utilizando una metodología de barrido censal. En San Jorge, dada su población mayor a 10.000 habitantes, se empleó un método de muestreo aleatorio para obtener una muestra representativa de la población. Cada encuesta fue contestada por un miembro mayor de 18 años, quien respondió a las preguntas en nombre de todo el hogar. No obstante, dado que este trabajo se centra en la salud reproductiva, es posible que la persona encuestada no pueda brindar información precisa sobre otros integrantes del mismo. Debido a esta posible limitación, en este estudio sólo se tuvieron en cuenta las respuestas de las mujeres encuestadas de 70 años o menos, que proporcionaban información sobre sus propias experiencias y enfermedades.

Cuestionario

La pregunta básica relacionada con el presente trabajo fue: *“En los últimos 20 años, ¿ha estado embarazada?”*. En los casos afirmativos, se indagó el año del embarazo, si éste concluyó en un aborto espontáneo y, de ser así, en qué trimestre ocurrió.

Teniendo en cuenta la evidencia que vincula el HIP con un mayor riesgo de abortos espontáneos (12), se indagó si la persona encuestada padecía esta enfermedad. Para determinar la presencia de HIP durante el embarazo, se incluyó una pregunta específica sobre el uso de medicación y el momento en que fue consumida. De forma complementaria, se formularon las siguientes preguntas: *“¿Algún miembro del hogar (niño o adulto) ha tenido algún problema de salud durante el último año?”* y *“¿Algún miembro del hogar tiene un problema de salud diagnosticado hace más de un año, ya sea que reciba tratamiento médico o no?”*. Estas preguntas permitieron identificar casos de HIP previamente diagnosticados pero que no estaban bajo tratamiento farmacológico al momento de la encuesta.

Dado que los CS se realizaron en distintos años y la pregunta sobre embarazo apelaba a los “últimos 20 años”, con la finalidad de homogeneizar la información para el pertinente análisis se tomó en consideración el período 2008–2018 correspondiente a los últimos 11 años del trabajo realizado.

Por último, con el objetivo de evaluar el tiempo de exposición de la población a PA, una de las preguntas de la encuesta, realizada y también considerada en este estudio, fue *“¿Cuántos años lleva viviendo en la localidad?”*.

Análisis estadístico

Los resultados de embarazos y abortos se analizaron mediante estadística descriptiva. La evolución de los abortos espontáneos a lo largo del tiempo se modelizó mediante técnicas de regresión simple. Para tener en cuenta posibles diferencias de esta evolución en función de la edad en que se cursó el embarazo, se realizó una regresión lineal por grupos. En esta regresión, la variable independiente fue el porcentaje de pérdidas sobre el total de embarazos; y las variables dependientes fueron el año del embarazo (2008 hasta 2018), el agrupamiento por edad y la interacción de ambas variables.

La relación entre el resultado del embarazo y el HIP se analizó mediante un modelo lineal generalizado (GLM), tomando la distribución de Poisson con la función de enlace logarítmica (16). La variable independiente fue el número de mujeres, y las variables explicativas fueron el resultado del embarazo (Parto o Aborto Espontáneo en el Primer Trimestre); la categoría de edad (≤ 30 o ≥ 31); y tener o no HIP (Con o Sin). En el modelo se incluyeron interacciones bidireccionales. Los efectos significativos se determinaron realizando una regresión por pasos. A partir del coeficiente de regresión de Poisson correspondiente a la interacción Resultado (Parto o Aborto Espontáneo) X Hipotiroidismo (Con o Sin), se estimó la razón de riesgo corregida por edad con sus intervalos de confianza del 95%.

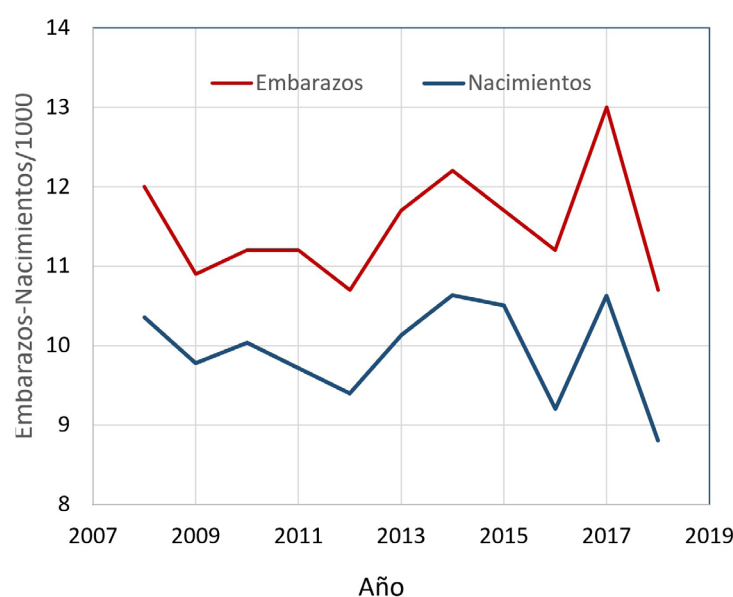
Resultados

Caracterización de la población: embarazos, partos y abortos espontáneos

En las 9L, se encuestaron 10442 personas, respondiendo por un total de 31392 individuos. De las 10442 personas encuestadas, 6497 eran mujeres de entre 18 y 70 años, grupo incluido en el presente análisis. El 90% de ellas habían vivido en sus respectivas localidades durante al menos 5 años, lo que indica que una mayoría significativa estaba potencialmente expuesta a PA, tanto de forma aguda como crónica.

El número total de embarazos registrados durante el período 2008-2018 en las 9L fue de 2870, de los cuales 2501 (87%) resultaron en nacimientos y 369 (13%) en pérdidas gestacionales. Es fundamental resaltar que las tasas de natalidad y embarazo, calculadas en base a la población encuestada (ver Figura 1), no mostraron tendencia crecientes ni decrecientes durante el periodo de 2008 a 2018. Este hallazgo sugiere que los eventos reportados por las mujeres no variaron a lo largo de los años.

Figura 1. Número de embarazos y nacimientos a lo largo del tiempo por cada 1000 encuestadas.



En relación con la distribución por rangos etarios, se observó que la proporción de nacimientos respecto del total de embarazos disminuyó con el aumento de la edad materna, mientras que la proporción de abortos espontáneos mostró una tendencia inversa, incrementándose con la edad. Por ejemplo, para las mujeres de entre 21 y 25 años, el 91% y el 9% de los embarazos terminaron en partos y abortos espontáneos, respectivamente. En el caso de las mujeres de 41-45 años, estas cifras eran del 71% y el 29%, respectivamente (Tabla 1). Asimismo, a partir del grupo etario 31-35 se incrementó significativamente el % de pérdidas gestacionales. Este patrón es consistente con estudios poblacionales de gran escala que han demostrado un aumento progresivo del riesgo de pérdida fetal con la edad materna, particularmente a partir de los 30 años, con una aceleración más marcada desde los 35 años (17). En función de estos antecedentes y del comportamiento observado en nuestros datos, se definieron dos grupos etarios para el análisis del efecto de la edad sobre las pérdidas (≤ 30 y ≥ 31).

Tabla 1. Porcentaje de embarazos que resultaron en nacimientos y pérdidas, agrupados en periodos de 5 años de edad.

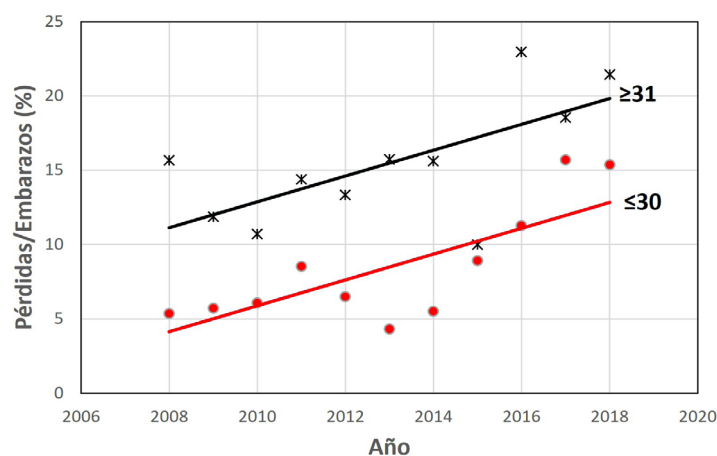
Grupo de edad	Nacimientos	Pérdidas
15≤	96%	4%
16-20	92%	8%
21-25	91%	9%
26-30	90%	10%
31-35	86%	14%

Grupo de edad	Nacimientos	Pérdidas
36-40	76%	24%
41-45	71%	29%
46≥	61%	39%

Abortos espontáneos por trimestre

Entre los años 2008 y 2018 se registraron 285, 59 y 25 abortos espontáneos ocurridos en el primer, segundo y tercer trimestre del embarazo, respectivamente. El ensayo de regresión por pasos (“Stepwise regression”) indicó que los efectos significativos del porcentaje de pérdidas en el primer trimestre, fueron el año del embarazo (2008 al 2018) y la edad (≤ 30 y ≥ 31), no así la interacción año X edad. Esto último significa que el incremento del %pérdidas creció con igual pendiente para ambos grupos etarios. La variación explicada por el modelo año + edad, fue del 69%. La Figura 2 muestra el porcentaje de pérdidas en el primer trimestre en relación con el total de embarazos durante el período 2008-2018, para ambos grupos etarios. La regresión predijo que el % de pérdidas en el primer trimestre para los años 2008 y 2018 fueron: 4,14% (1,33-6,95, intervalo confianza 95%) y 12,82% (10,01- 15,63) para el grupo de edad ≤ 30 ; y 11,13 (8,33- 13,94) y 19,81 (17,00- 22,62) para ≥ 31 . El incremento promedio de los dos grupos etarios entre el año 2008 al 2018 fue de 2,4 veces. Los abortos ocurridos en el segundo y tercer trimestre no mostraron variaciones significativas a lo largo del tiempo (datos no mostrados).

Figura 2. Porcentaje de abortos espontáneos en el primer trimestre en relación con el total de embarazos para el periodo 2008-2018, y para los grupos etarios ≤ 30 y ≥ 31 .



Notas: Las líneas corresponden a los valores estimados por el modelo año + edad, modelo que explicó el 69% de la varianza en los datos.

Hipotiroidismo y embarazo

Como se indicó previamente, la mayor proporción de abortos espontáneos se concentró en el primer trimestre del embarazo. Tal como se expuso en la introducción, existen evidencias que vinculan la ocurrencia de abortos en esta etapa con el HIP (12). Para identificar a las mujeres con HIP dentro de la población estudiada, se utilizó el consumo de medicación como indicador, dado que el 92% de quienes reportaron padecer esta afección también informaron estar bajo tratamiento. De las 6497 mujeres encuestadas, 776 indicaron estar tomando medicación para el HIP al momento del relevamiento, lo que representa una prevalencia del 11,9%.

El análisis de los resultados de la encuesta reveló que las mujeres que participaron en el cuestionario y experimentaron HIP durante el embarazo tuvieron un mayor porcentaje de abortos espontáneos que las que no tenían HIP (Tabla 2).

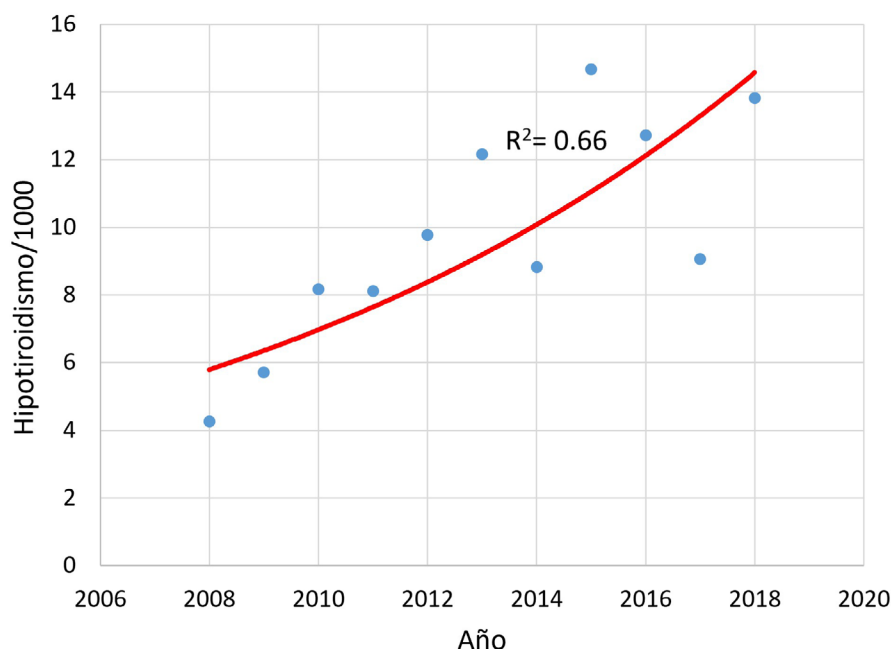
Tabla 2. Número de nacimientos y pérdidas en el primer trimestre en las 9L en el periodo 2008-2018, para mujeres que tenían y no-tenían hipotiroidismo (HIP) al tiempo del evento.

Eventos	Sin HIP	Con HIP
Nacimientos	2203 (90,4%)	298 (85,4%)
Pérdidas	233 (9,6%)	52 (14,6%)

El modelo lineal generalizado mostró que las interacciones *Nacimiento/Aborto espontáneo* × *Edad*, *Edad* × *HIP* y *Nacimiento/Aborto espontáneo* × *HIP* eran significativas. La interacción *Nacimiento/Aborto espontáneo* × *Edad* indica que los abortos espontáneos ocurrieron con mayor frecuencia a edades más avanzadas al compararlos con los nacimientos. La interacción *Edad* × *HIP* reflejó que la prevalencia de HIP fue mayor en mujeres de mayor edad respecto de las más jóvenes. Por último, la interacción *Nacimiento/Aborto espontáneo* × *HIP* evidenció que las mujeres con HIP tenían una probabilidad significativamente mayor de experimentar un aborto espontáneo en comparación con aquellas sin esta condición. Esto se confirmó por el riesgo relativo corregido por edad de sufrir un aborto espontáneo si se tenía HIP: 1,40 (intervalos de confianza del 95%= 1,01 - 1,95), lo que implica que las mujeres con HIP presentaron un 40% más de probabilidad de sufrir un aborto espontáneo que aquellas sin tratamiento por HIP.

La figura 3 ilustra la incidencia de HIP a lo largo del tiempo durante el periodo 2008-2018. Los valores de incidencia predichos por regresión para esos años fueron 5,7 y 14,3 por 1000 habitantes, respectivamente. Por lo tanto, durante este lapso de tiempo, la incidencia aumentó 2,5 veces. Se puede observar que la tendencia de este fenómeno es similar a la que se produce con los abortos espontáneos en el primer trimestre durante este mismo período (ver Figura 2).

Figura 3. Incidencia de hipotiroidismo (HIP) por 1000 9L habitantes en el periodo 2008-2018.
La línea corresponde a un ajuste exponencial con un 66% de varianza explicada.



Discusión

En los últimos años ha aumentado la preocupación por el impacto de la contaminación ambiental en la salud sexual y reproductiva, así como por la exposición a sustancias químicas ambientales durante el embarazo y su relación con enfermedades de aparición en la vida adulta (6). Diversos estudios han demostrado que el ambiente intrauterino es el primer punto de contacto con xenobióticos, ya que ciertas sustancias pueden llegar de la madre al feto en desarrollo a través de la placenta (5).

Como se discutió en la Introducción, en Argentina, el modelo de producción agroindustrial basado en OGM y dependiente del uso intensivo de PA ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas. En ese contexto, este estudio sistematiza los datos recolectados en 9L de la región centro-sur de la provincia de Santa Fe durante el período 2008-2018, con el propósito de conocer el estado de salud reproductiva de estas comunidades. Cabe destacar que, durante este período, Santa Fe ocupó el segundo lugar en proporción de tierras destinadas al cultivo de soja transgénica (14). A su vez, Verzeñassi y colaboradores (15) han demostrado previamente una mayor incidencia de cáncer y tasas de mortalidad elevadas en estas mismas poblaciones en relación con la población general argentina.

En relación con los resultados de salud reproductiva, se observó que el 13% de los embarazos terminaron en abortos espontáneos, de los cuales el 77% ocurrieron durante el primer trimestre. Este período, considerado el más vulnerable a factores ambientales como los PA por coincidir con la etapa de organogénesis (18), mostró además un aumento sostenido de las pérdidas gestacionales a lo largo de

los años analizados. Asimismo, entre las 369 mujeres que atravesaron abortos en el primer trimestre, el 87% reportó un único evento y el 10% refirió haber tenido dos. Esto reduce las posibilidades de que el aumento de abortos espontáneos se deba a condiciones crónicas como patologías genéticas o anatómicas de la madre, que podrían provocar abortos espontáneos recurrentes (19).

Al comparar estas tasas con las disponibles a nivel nacional, encontramos que Argentina tiene un subregistro de abortos y muertes fetales antes del segundo trimestre. Según datos del Ministerio de Salud de la Nación (20), sólo el 0,8% de los embarazos reportados terminan en pérdidas, y sólo el 0,1% se atribuye a abortos espontáneos ocurridos en embarazos de menos de 22 semanas de gestación. Esta sub notificación obstaculiza las comparaciones nacionales y dificulta la contextualización de los hallazgos obtenidos. En consecuencia, se recurrió a datos oficiales internacionales, específicamente de Italia, como referencia comparativa (21).

A diferencia de lo observado en las 9L estudiadas, donde el porcentaje de abortos espontáneos en el primer trimestre aumentaron significativamente entre 2008 y 2018 (ver Figura 2), los registros oficiales de Italia muestran una tendencia inversa. El porcentaje de abortos espontáneos en el primer trimestre en relación con el número total de embarazos entre 2010 y 2018, se redujo significativamente con valores del 10,7% y 8%, respectivamente. Las tasas estimadas de pérdidas en la 9L para el año 2018 fueron de 12,8% y 19,8% para los grupos etarios de ≤ 30 y ≥ 31 , respectivamente; muy superiores a las reportadas en Italia. De la misma manera, un estudio longitudinal en Dinamarca (22) informó que los abortos espontáneos en el primer trimestre fueron del 9,6% en 2000 y del 8,6% para el período 2015-2017, cifras similares a las reportadas en Italia. Estos resultados indican una diferencia en la evolución de los abortos espontáneos en las últimas décadas en las 9L en comparación con Italia y Dinamarca, y esto podría estar asociado a los altos niveles y toxicidad de PA utilizados en Argentina (3).

Numerosos estudios epidemiológicos destacan la relación entre la exposición ambiental a PA y los abortos espontáneos en el primer trimestre, siendo la alteración endocrina uno de los mecanismos clave subyacentes a estos abortos (9). En la región frutihortícola de Río Negro, por ejemplo, se observó un aumento significativo de los niveles de cortisol materno durante los períodos de aplicación intensiva de PA organofosforados. Estos hallazgos se asociaron con alteraciones en el desarrollo del embarazo, como amenaza de parto prematuro y amenaza de aborto espontáneo, especialmente en aquellas gestantes que cursaron el primer trimestre de embarazo durante ese período de aplicación intensiva (6). Otro estudio señala que tanto la exposición temprana, entre las 3 y 8 semanas de embarazo, como la distancia, son predictores de abortos espontáneos (23). Una investigación llevada a cabo en Irán en 2018, en la que participaron 308 mujeres dedicadas a la industria de la floricultura y 337 amas de casa, reveló una tasa significativamente mayor de abortos espontáneos para aquellas mujeres expuestas a PA debido a su trabajo (24). Además, también se ha analizado la exposición a PA a través de la dieta, y estudios recientes han encontrado que el consumo de frutas y verduras con altos niveles de residuos de PA se asoció con una menor probabilidad de embarazo clínico y nacidos vivos por ciclo menstrual, junto con una mayor incidencia de abortos espontáneos. En contraste, el consumo de bajos residuos de PA

se asoció con un menor riesgo de abortos espontáneos tempranos (25). Racca et al. (26) realizaron un estudio de complicaciones durante embarazos que resultaron en nacimientos, en la zona centro-norte de la Provincia de Santa Fe - Argentina, zona próxima a las 9L del presente trabajo. Encontraron que hubo significativamente mayor prevalencia de complicaciones en mujeres que habitaban zonas rurales que las que habitaban zonas urbanas (prevalencia de 49% rurales y 19% urbanas). Concluyeron que esta mayor prevalencia pone de manifiesto la necesidad de revisar el uso de PA tanto en sistemas agropecuarios extensivos como en la horticultura.

Los resultados del presente estudio, en conjunto con la evidencia previa, respaldan la hipótesis de que el incremento en la proporción de abortos espontáneos en las últimas décadas en la región podría estar relacionado con la expansión del modelo agroindustrial basado en el uso intensivo de PA. Como medida de mitigación ante esta posible asociación, Hough sugiere que, para cumplir con el Principio Precautorio ambiental, se considere una distancia mínima de exclusión de 1000 metros para la pulverización terrestre de PA, y que se prohíba la pulverización aérea (4). La falta de cumplimiento de estas condiciones en las 9L podría explicar parcialmente los indicadores negativos de salud identificados.

Hipotiroidismo, embarazo y plaguicidas

Dado el impacto conocido del HIP en la gestación, y con el objetivo de profundizar en el análisis del estado de salud reproductiva de las 9L estudiadas, se examinó la relación entre la presencia de HIP y la ocurrencia de abortos espontáneos. Se encontró una asociación significativa entre la presencia de HIP y la frecuencia de abortos espontáneos en el primer trimestre del embarazo, con un aumento del 40% en la probabilidad de experimentar abortos espontáneos en mujeres con HIP en comparación con aquellas sin esta condición. Además, se observó un aumento significativo en la frecuencia de HIP entre 2008 y 2018 en la población estudiada, que mostró un patrón temporal notablemente similar al aumento observado en las tasas de pérdida gestacional en la misma población.

Como ya se ha mencionado, la exposición a PA puede afectar al funcionamiento de la glándula tiroides (11). En este sentido, un informe de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) elaborado por Crivellente y colaboradores (13) analizó los efectos de 128 ingredientes activos de PA, revelando que 71 de ellos tenían un impacto positivo en el desarrollo de HIP. En cuanto a los estudios epidemiológicos, el grupo de Kongtip identificó que la exposición a PA como Clorpirifos, Cipermetrina, Paraquat y Glifosato podría tener efectos agudos sobre las hormonas tiroideas en aplicadores de PA (27). Este mismo autor también documentó diferencias significativas en las hormonas tiroideas entre agricultores convencionales y orgánicos en Tailandia (28). Otro estudio realizado en Brasil encontró pruebas concluyentes de disfunciones tiroideas en poblaciones rurales expuestas a PA (29). Estos antecedentes contribuyen a fundamentar los hallazgos presentados en este trabajo.

Por otro lado, el sistema de salud pública argentino no registra de manera sistemática la prevalencia de HIP, y no se dispone de estudios publicados que informen sobre su frecuencia en mujeres de la población

general o regional. En consecuencia, el valor de prevalencia hallado en este estudio -11,9% en mujeres residentes en las 9L analizadas- no pudo contrastarse con datos nacionales o regionales de referencia. Ante esta limitación, se recurrió a estudios internacionales para establecer comparaciones.

En particular, un estudio realizado en mujeres expuestas a PA en Andalucía, España (30), informó de una prevalencia de HIP del 6% en comparación con el 4,9% en individuos no expuestos. De manera similar, un estudio prospectivo en Estados Unidos, que siguió durante 20 años a una cohorte de mujeres parejas de aplicadores de PA, informó una prevalencia de HIP del 6,6% (31). Ambos estudios revelaron valores de prevalencia inferiores al 11,9% hallado en las 9L. Esta diferencia podría explicarse por varios factores. Por un lado, Argentina presenta un uso significativamente mayor de PA, medido en kg/ha.año, en comparación con Europa y Estados Unidos (32). Por otro lado, los ingredientes activos empleados en Argentina tienen perfiles toxicológicos más severos y niveles de regulación más permisivos comparados con estos países (3). Estas características configuran un escenario de exposición ambiental más complejo, que podría contribuir a explicar las diferencias observadas en la prevalencia de enfermedad tiroidea.

Limitaciones

Una de las principales limitaciones del presente estudio fue la ausencia de datos regionales o nacionales sobre tasas de abortos espontáneos y prevalencia de HIP, lo que imposibilitó realizar comparaciones locales directas. Ante esta carencia, se recurrió a datos disponibles de otros países como referencia contextual.

Otra limitación fue la falta de mediciones analíticas directas de exposición a PA, como glifosato en orina o la detección de otros PA en sangre, que podrían haber contribuido a fortalecer la asociación entre las prácticas agrícolas y los resultados de salud observados. Sin embargo, estudios previos, como el realizado por Figar y colaboradores en una pequeña localidad rural con características similares a las 9L estudiadas, evidencian que la cercanía a las zonas de fumigación en localidades rurales podría no marcar una diferencia significativa en la exposición, ya que los contaminantes se dispersan en el ambiente afectando a toda la población local (33). Sumado a esto, en general los resultados analíticos suelen reflejar la exposición ambiental en un momento particular, pero no logran evidenciar la historia de exposición de los individuos a contaminantes ambientales como los PA.

Adicionalmente, los datos utilizados en este estudio fueron autodeclarados y no extraídos de historias clínicas. Sin embargo, como se mencionó previamente, los registros médicos relacionados con abortos espontáneos y diagnóstico de HIP en Argentina presentan importantes limitaciones en cuanto a cobertura y calidad. Cabe resaltar que la recolección de datos fue realizada por estudiantes de medicina en su último año de formación, previamente capacitados en la administración del instrumento, lo que permite considerar bajo el riesgo de sesgo asociado al autoinforme.

Conclusiones

Este estudio constituye el primer informe sanitario que describe el perfil epidemiológico de la salud reproductiva en la Región Agroindustrial de la Provincia de Santa Fe. La observación central destaca qué durante el período de estudio, 2008-2018, las tasas de aborto espontáneo en el primer trimestre y de hipotiroidismo aumentaron 2,4 y 2,5 veces, respectivamente. Estos patrones de aumento están estrechamente relacionados, y se sabe que ambas afecciones están vinculadas al uso de PA.

Con base en los antecedentes presentados, los resultados obtenidos y las consideraciones discutidas en este trabajo, se concluye que la expansión del modelo agroindustrial, caracterizado por el uso creciente e intensivo de PA, particularmente Glifosato, impacta negativamente en la salud reproductiva de las comunidades. Este impacto se manifiesta, entre otros indicadores, en el incremento sostenido de abortos espontáneos en el primer trimestre del embarazo durante el período analizado.

Referencias bibliográficas

- (1) Pengue WA, Rodríguez AF. El vaciamiento de las Pampas la exportación de nutrientes y el final del granero del mundo. Santiago de Chile: Heinrich Boll Stiftung; 2017.
- (2) FAOSTAT. Food and Agriculture Organization; 2021. [Consultado 21 Jul 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>.
- (3) Arancibia FP, Motta RC, Clausing P. The neglected burden of agricultural intensification: a contribution to the debate on land-use change. *J Land Use Sci.* 2019;15(2-3),235-251. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2019.1659431>
- (4) Hough G. Agricultural pesticide drifts: How far do they reach? *Ciencia Digna.* 2024;4:32-45.
- (5) Cognez N, Warembourg C, Zaros C, Metten MA, Bouvier G, Garlantézec R, et al. Residential sources of pesticide exposure during pregnancy and the risks of hypospadias and cryptorchidism: the French ELFE birth cohort. *Occup Environ Med.* 2019;76:672-9. 10.1136/oemed-2019-105801
- (6) Cecchi A, Alvarez G, Quidel N, Bertone MC, Anderle S, Sabino, G, et al. Residential proximity to pesticide applications in Argentine Patagonia: impact on pregnancy and newborn parameters. *Environ Sci Pollut Res.* 2021;28:56565-79. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14574-2>
- (7) Ren X, Li R, Liu J, Huang K, Wu S, Li Y, et al. Effects of glyphosate on the ovarian function of pregnant mice, the secretion of hormones and the sex ratio of their fetuses. *Environ Pollut.* 2018;243:833-41. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.09.049>

- (8) Ingaramo P, Alarcón R, Muñoz-de-Toro M, Luque EH. Are glyphosate and glyphosate-based herbicides endocrine disruptors that alter female fertility? *Mol Cell Endocrinol*. 2020;518:110934. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110934>
- (9) Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, Flaws JA, Nadal A, Prins GS, et al. EDC-2: the Endocrine Society's second scientific statement on endocrine-disrupting chemicals. *Endocr Rev*. 2015;36:E1–150. <https://doi.org/10.1210/er.2015-1010>
- (10) Rattan S, Flaws JA. The epigenetic impacts of endocrine disruptors on female reproduction across generations. *Biol Reprod*. 2019;101:635–44. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioz081>
- (11) Sirikul W, Sapbamrer R. Exposure to pesticides and the risk of hypothyroidism: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2023;23. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16721-5>
- (12) Martínez M, Soldevila B, Lucas A, Velasco I, Vila L, Puig-Domingo M. Hypothyroidism during pregnancy and its association to perinatal and obstetric morbidity: a review. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2018;65:107–13. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2017.11.009>
- (13) Crivellente F, Hart A, Hernandez-Jerez AF, Hougaard Bennekou S, Pedersen R, Terron A, et al. Establishment of cumulative assessment groups of pesticides for their effects on the thyroid. *EFSA J*. 2019;17:e05801. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5801>
- (14) MAGyPN Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación [Consultado 26 May 2024] Disponible en: <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>.
- (15) Verzeñassi D, Vallini A, Fernández F, Ferrazini L, Lasagna M, Sosa AJ, et al. Cancer incidence and death rates in Argentine rural towns surrounded by pesticide-treated agricultural land. *Clin Epidemiol Glob Health*. 2023;20. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2023.101239>
- (16) McConway K, Jones M, Taylor P. *Statistical Modelling Using Genstat*. London: Arnold Publishing; 1999.
- (17) Magnus MC, Wilcox AJ, Morken NH, Weinberg C R, Håberg SE. Role of maternal age and pregnancy history in risk of miscarriage: prospective register based study. *BMJ (Clinical research ed.)* 2019; 364: l869. <https://doi.org/10.1136/bmj.l869>
- (18) Zlatnik MG. Endocrine-disrupting chemicals and reproductive health. *J Midwifery Womens Health*. 2016;61:442–55. <https://doi.org/10.1111/jmwh.12500>
- (19) Hong Li Y, Marren A. Recurrent pregnancy loss: A summary of international evidence-based guidelines and practice. *Aust J Gen Pract*. 2018;47:432–6. <https://doi.org/10.31128/AJGP-01-18-4459>
- (20) Ministerio de Salud de la Nación. Estadísticas vitales. Información básica Argentina - Año 2020. Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación; 2020,119-129.
- (21) IstatData. Italia: Istituto Nazionale di Statistica; 2021. [Consultado 3 Oct 2024] Disponible en: <https://esploradati.istat.it/databrowser/#/en>
- (22) Lidegaard Ø, Mikkelsen AP, Egerup P, Kolte AM, Rasmussen SC, Nielsen HS. Pregnancy loss: A 40-year nationwide assessment. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2020; 99:1492–6. <https://doi.org/10.1111/aogs.13860>

- (23) Toichuev RM, Zhilova LV, Paizildaev TR, Khametova MS, Rakhmatillaev A, Sakibaev KS, et al. Organochlorine pesticides in placenta in Kyrgyzstan and the effect on pregnancy, childbirth, and newborn health. *Environ Sci Pollut Res*. 2018;25:31885–94. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0962-6>
- (24) Rahimi T, Rafati F, Sharifi H, Seyedi F. General and reproductive health outcomes among female greenhouse workers: a comparative study. *BMC Women's Health*. 2020;20:103. <https://doi.org/10.1186/s12905-020-00966-y>
- (25) Chiu Y-H, Williams PL, Gillman MW, Gaskins AJ, Mínguez-Alarcón L, Souter I, et al. Association Between Pesticide Residue Intake From Consumption of Fruits and Vegetables and Pregnancy Outcomes Among Women Undergoing Infertility Treatment With Assisted Reproductive Technology. *JAMA Intern Med*. 2018;178:17–26. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2017.5038>
- (26) Racca ME, Cepeda J, Cardozo MA, Wettstein MA, Bodrone R, Rinesi AR, et al. Pesticide exposure as prenatal exposome: A biomonitoring study in pregnant women from Argentina. *Chemosphere*. 2025;385, 144528. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144528>
- (27) Kongtip P, Nankongnab N, Pundee R, Kallayanatham N, Pengpumkiat S, Chungcharoen J, et al. Acute Changes in Thyroid Hormone Levels among Thai Pesticide Sprayers. *Toxics*. 2021;9. <https://doi.org/10.3390/toxics9010016>
- (28) Kongtip P, Nankongnab N, Kallayanatham N, Pundee R, Choochouy N, Yimsabai J, et al. Thyroid hormones in conventional and organic farmers in Thailand. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16:2704. <https://doi.org/10.3390/ijerph16152704>
- (29) Santos R, Piccoli C, Cremonese C, Freire C. Thyroid and reproductive hormones in relation to pesticide use in an agricultural population in Southern Brazil. *Environ Res*. 2019;173:221–31. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.050>
- (30) Requena M, López-Villén A, Hernández AF, Parrón T, Navarro Á, Alarcón R. Environmental exposure to pesticides and risk of thyroid diseases. *Toxicol Lett*. 2019;315:55–63. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2019.08.017>
- (31) Shrestha S, Parks C, Goldner W, Kamel F, Umbach DM, Ward MH, et al. Pesticide Use and Incident Hypothyroidism in Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect*. 2018;126:097008. <https://doi.org/10.1289/EHP3194>
- (32) Antier C, Kudsk P, Reboud X, Ulber L, Baret PV, Messéan A. Glyphosate Use in the European Agricultural Sector and a Framework for Its Further Monitoring. *Sustainability*. 2020;12:5682. <https://doi.org/10.3390/su12145682>
- (33) Figar SB, Ferloni A, Hough GE, Saravi A, Dawidowski AR, Aliperti VI, et al. Condicionantes de la presencia de glifosato en orina en poblaciones de zonas agroindustriales de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev Hosp Ital B Aires*. 2024;44(2): e0000338. <https://doi.org/10.51987/revhospitalbaires.v44i2.338>