



ORIGINAL

Estimación clínica y ultrasonográfica del peso fetal en embarazos a términos

J.R. Urdaneta Machado ^{a,b,*}, N. Baabel Zambrano ^{c,d}, E. Rojas Bracamonte ^d,
J.L. Taborda Monton ^a, I.B. Maggiolo ^c y A. Contreras Benítez ^d

^a Departamento de Morfofisiopatología, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

^b Servicio de Ginecología y Obstetricia, Hospital Materno Infantil Dr. Rafael Belloso Chacín, Maracaibo, Venezuela

^c Departamento de Ginecología y Obstetricia, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

^d Servicio de Ginecología y Obstetricia, Hospital Dr. Pedro García Clara, Instituto Venezolano de los Seguros Sociales, Maracaibo, Venezuela

Recibido el 19 de diciembre de 2011; aceptado el 16 de febrero de 2012

Disponible en Internet el 16 de febrero de 2013

PALABRAS CLAVE

Estimación del peso fetal;
Fórmula de Johnson;
Ecuación de
Hadlock 3

Resumen

Objetivo: Comparar las correlaciones de la estimación del peso fetal (EPF) clínica y ultrasonográfica con el peso al nacer (PAN) en las pacientes en trabajo de parto atendidas en la emergencia obstétrica del Hospital «Pedro García Clara» de Ciudad Ojeda.

Métodos: Se efectuó un estudio de tipo comparativo, correlacional y aplicado, con diseño no experimental, contemporáneo transeccional y de campo, donde se incluyó una muestra de 100 embarazadas en fase activa del trabajo de parto, a quienes se les determinará la EPF mediante la fórmula de Johnson y la ecuación de Hadlock 3, respectivamente; para luego correlacionarlas con el PAN y conocer el valor diagnóstico de cada método.

Resultados: La EPF con la fórmula de Johnson fue de $3,421,4 \pm 519,05$ g y con el ultrasonido de $3,407,95 \pm 495,94$ g; mientras que el PAN fue de $3,284,10 \pm 504,59$ g; se comprobó una correlación directamente proporcional y significativa entre ambas estimaciones y el PAN ($p < 0,001$), con un error absoluto y porcentual bajo tanto para el método clínico como para el ultrasonido, con un 58 y un 69% de las estimaciones con un margen de error del 10% del PAN, respectivamente. Ambos métodos tuvieron una precisión total del 88% para la fórmula de Johnson y del 92% para el ultrasonido; sin embargo, para la predicción de bajo peso tuvieron muy baja sensibilidad y especificidad; mientras que en los casos de macrosomía fue más sensible el método clínico.

Conclusión: Tanto el método clínico como el de ultrasonido son precisos y exactos para la EPF, correspondiéndose ambos proporcionalmente al PAN.

© 2011 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: doctorjrum@hotmail.com (J.R. Urdaneta Machado).

KEYWORDS

Fetal weight estimation;
Johnson's formula;
Hadlock III equation

Clinical and Ultrasound Estimation of fetal weight in term pregnancies**Abstract**

Aim: To compare the correlations between estimated fetal weight (EFW) based on clinical and ultrasonographic findings with birthweight in patients in labor managed in the Obstetrics Emergency Unit of the Pedro García Clara Hospital in Ciudad Ojeda.

Methods: We carried out a comparative, correlational and applied study with a non-experimental, contemporary, cross-sectional, field design that included a sample of 100 pregnant women in the active phase of labor. EFW was determined by Johnson's formula and the Hadlock III equation. To determine the diagnostic value of the two methods, the results were then correlated with birthweight.

Results: EFW was $3,421.4 \pm 519.05$ g with Johnson's formula and $3,407.95 \pm 495.94$ g with ultrasound, while birthweight was $3,284.10 \pm 504.59$ g. A directly proportional and significant correlation was found between these estimates and birthweight ($P < .001$). Both methods showed low absolute and percentage errors; 58% of clinical estimates and 69% of ultrasound estimates had a margin of error within 10% of the birthweight. Overall accuracy was 88% for Johnson's formula and 92% for ultrasound. However, the sensitivity and specificity of these methods was very low for low birthweight. The clinical method had higher sensitivity for cases of macrosomia.

Conclusion: Both the clinical method and ultrasound are accurate and precise for estimating fetal weight as both correspond proportionally to birthweight.

© 2011 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Contar con una correcta información de la estimación del peso fetal (EPF) y de la edad gestacional, así como una evaluación adecuada de la pelvis materna son cruciales para el manejo adecuado del trabajo de parto y el nacimiento; sin embargo, se puede decir que el peso fetal es quizás uno de los más importantes¹.

La estimación precisa del peso fetal es de vital importancia en el manejo del trabajo de parto; durante décadas el peso fetal estimado (PFE) se ha ido incorporado a la rutina estándar de la evaluación antes del parto, sobre todo de los embarazos de alto riesgo, para decidir la vía de nacimiento por ejemplo, el manejo del embarazo complicado con diabetes, el parto vaginal después de una cesárea anterior o en los casos de fetos con crecimiento restringido ha estado influenciado en gran medida por el PFE². No obstante, en la práctica obstétrica, sobre todo en los países pobres o subdesarrollados, el médico se enfrenta ante la incertidumbre de no poder contar con una aproximación del peso fetal, lo cual le ayudaría a prevenir complicaciones del trabajo del parto como la distocia de hombros o a diagnosticar una desproporción fetopélvica³.

Cuando se producen este tipo de complicaciones en el embarazo, sobre todo en los límites de la viabilidad fetal, el conocimiento del PFE contribuye a la evaluación de la probabilidad de supervivencia neonatal y, por lo tanto, a la decisión clínica entre la prolongación del embarazo con el tratamiento conservador o la culminación del mismo⁴. Asimismo, una estimación acuciosa del peso fetal ayuda a los obstetras a tomar mejores decisiones acerca del parto vaginal, iniciar una prueba de parto luego de una cesárea, o a realizar de forma electiva una operación cesárea en pacientes en las que se sospeche una macrosomía fetal⁵.

Hasta principios de los ochenta, la EPF era realizada de forma exclusiva con métodos clínicos basados en la

palpación abdominal y la medición uterina¹. Pero con el avvenimiento de la ecografía y la diseminación de su uso, la estimación ultrasonográfica del peso fetal ha venido ganando popularidad, puesto que se ha percibido su capacidad para reproducir y estandarizar las medidas; aunque la técnica puede ser más difícil, dependiendo del estado físico de la madre, la presencia de anomalías uterinas, o del índice de líquido amniótico que se presente¹.

El ultrasonido es una herramienta básica en la obstetricia y sus beneficios se extienden desde el diagnóstico temprano del embarazo hasta la EPF al momento del nacimiento⁶. El promedio de las diferencias entre el peso estimado por el ultrasonido y el peso al nacer (PAN) varía entre un 6 y un 15% dependiendo de la presencia de varias complicaciones del embarazo, como la RCIU o la macrosomía fetal. Asimismo el intervalo entre el nacimiento y la evaluación ultrasonográfica también puede tener influencia⁷.

No obstante, las ventajas del uso del ultrasonido para la EPF han sido cuestionadas. Según Ashrafganjooei et al.⁵, en diferentes estudios que se han efectuado no se han podido establecer diferencias significativas en la estimación clínica o ultrasonográfica del peso fetal en embarazos a término, e incluso en los postérmino. Además, no en todos los hospitales o salas de parto de muchos países, incluyendo Venezuela, se dispone de esta tecnología, por lo que el médico muchas veces solo dispone de su pericia clínica en el momento de tomar las decisiones a efectuar en las mujeres que acuden en trabajo de parto, dada la gran brecha tecnológica existente⁸.

Junto a todo ello, desde la década de los noventa se han venido publicando diversos artículos que han informado de que las estimaciones del peso fetal utilizando la palpación abdominal e incluso la opinión de las madres tienen tanta exactitud como el ultrasonido para la predicción del peso fetal, con la ventaja de que son métodos económicos, inocuos y disponibles en cualquier momento¹.

La medición de la altura uterina, con o sin uso de fórmulas, puede ayudar a predecir el peso fetal; sin embargo, un problema frecuente, al igual que con la mayoría de los métodos para la EPF, es que todos son menos precisos en los extremos de nacimiento, además de que la macrosomía es notoriamente difícil de predecir³. No obstante, un examen clínico adecuado debería permitir a examinadores con experiencia y en ausencia de obesidad materna llegar a estimaciones bastante precisas⁹.

En virtud de que situaciones problemáticas como el parto pretermino, la RCIU o la macrosomía fetal pudiesen verse beneficiadas al contar con métodos confiables, precisos y accesibles para la EPF, lo que permite tomar decisiones más oportunas y adecuadas para el manejo del trabajo de parto, surgió la necesidad de comparar las correlaciones entre el PAN y la estimación clínica y ultrasonográfica del peso fetal en las pacientes en trabajo de parto atendidas en la emergencia obstétrica del Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital «Dr. Pedro García Clara»; principal centro de atención obstétrica de la subregión costa oriental del lago de Maracaibo, Venezuela.

Métodos

Se realizó una investigación de tipo descriptiva, específicamente comparativa y correlacional, con diseño no experimental, contemporáneo transeccional y de campo. Las unidades de análisis objeto de observación o estudio estuvieron representadas por la totalidad de pacientes en trabajo de parto atendidas en la emergencia obstétrica del Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital «Dr. Pedro García Clara», adscrito al Instituto Venezolano de los Seguros Sociales; de la cual se tomó una muestra intencionada y no aleatorizada compuesta por 100 embarazadas que cumplieren con los siguientes criterios para su inclusión en el estudio:

1. Embarazos simples con trabajo de parto en fase activa.
2. Presentación de vérteice encajada con membranas íntegras.
3. Índice de masa corporal menor de 25.
4. Deseo voluntario de participar en la investigación.

De igual forma fueron excluidas aquellas pacientes con embarazos complicados o asociados a patologías crónicas, que presentasen oligoamnios, poliamnios u óbito fetal; así como aquellas gestaciones asociadas a masas uterinas o abdominales.

A cada paciente se le informó sobre los propósitos de la investigación, y previo consentimiento informado fueron incluidas en la misma; esto se hizo con la finalidad de dar cumplimiento a los principios de la Declaración de Helsinki. Seguidamente, se realizaron los siguientes procedimientos.

- a) Medición de la altura uterina: previo vaciamiento de la vejiga urinaria mediante micción espontánea, se procedió a medir la altura uterina en centímetros, mediante el uso de una cinta métrica; para ello se colocó la punta de la cinta en el borde superior de la sínfisis del pubis materno, sobre la línea media del abdomen, siguiendo hasta la parte superior en el fondo uterino.

- b) Identificación del grado de encajamiento: mediante el examen vaginal, se procedió a identificar la porción más inferior de la presentación; si esta se encontraba al nivel de las espinas ilíacas se designaría como posición cero, de acuerdo con los planos de De Lee.
- c) Estimación clínica del peso fetal: para la determinación clínica del peso fetal se utilizó la fórmula de Johnson y Toshach, donde el peso fetal en gramos = (AU en cm - K) × 155, con algunos ajustes basados en la obesidad materna y el compromiso de la cabeza fetal. Dependiendo de la estación en la que se encontraba la presentación se adecuó el valor de la constante; si el vérteice se ubicaba sobre la espinas ilíacas (estación cero) sería igual a 12, si las rebasa la constante fue igual a 11 (estación positiva) y si se encontraba en una estación positiva se le asignó un valor de 13³.
- d) Determinación de la biometría fetal por ultrasonido y estimación ecográfica del peso fetal: para ello se utilizó un equipo de ecografía Logic Pro 400 ultrasound equipment (General Electric, EE. UU.), con transductores convexos de 3,5 MHz. Las mediciones fueron efectuadas por un mismo operador, para evitar el sesgo interobservadores, mediante la técnica de Hadlock: con una imagen del cráneo fetal en corte transversal con tálamo visualizado en línea media equidistante de tablas parietales y cavum septum pellucidum hacia frontal, se midió el diámetro biparietal (DBP) desde la tabla externa parietal proximal a tabla interna del parietal distal. Asimismo, a través de una imagen del abdomen fetal, en corte transversal con vista de columna, estómago y porción umbilical de vena porta izquierda, se midieron los diámetros abdominales (transverso y anteroposterior) desde la parte más externa de la piel a cada lado, y por el método de la elipse se generó la circunferencia abdominal (CA); por último, se midió la longitud del fémur (LF), con una vista sagital del hueso, excluyendo a nivel distal el cartílago hiperecogénico y la epífisis femoral distal^{6,10}. La EPF fue calculada automáticamente por el equipo, usando la ecuación de Hadlock 3 [$\text{Log10BW} = 1,335 - 0,000034(\text{CA} \times \text{LF}) + 0,00316 \times (\text{DBP}) + 0,0045(\text{CA}) + 0,01623(\text{LF})$]¹¹ y se obtuvo un reporte impreso de todas las mediciones realizadas y de la EPF por este método.
- e) Registro del PAN: para ello todos los recién nacidos fueron pesados en una báscula digital, perfectamente calibrada, inmediatamente al nacer, en posición decúbito dorsal y completamente desnudos, expresándose el resultado en gramos.

Los datos obtenidos se asentaron en una ficha de trabajo diseñada para el estudio efectuado y posteriormente fueron tabulados en una base de datos por medio del paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS), versión 15.0.1. Los datos obtenidos se expresaron mediante medidas de tendencia central: porcentajes, medias y desviación estándar (DE). La precisión de las estimaciones fue evaluada por medio de las siguientes medidas:

- a) Correlación con el PAN, la cual será procesada mediante la determinación del coeficiente de correlación de Pearson.
- b) Error absoluto medio: (PAN - PFE).

- c) Porcentaje de error absoluto medio: (PAN -PFE/PAN).
 d) Porcentaje de estimaciones dentro del 10-15% del PAN.

En cuanto a la validez o exactitud de cada método, es decir, qué tan bien funciona una prueba al compararla con otra prueba que se considera que tiene la verdad absoluta; se consideró como patrón de oro al PAN. Por tanto, para determinar el valor diagnóstico de cada método y conocer su poder predictivo para bajo PAN, peso adecuado o macrosomía fetal, se procedieron a realizar tablas de contingencias de 2×2 basadas tanto en el número de verdaderos positivos (VP) y negativos (VN) como de falsos positivos (FP) y negativos (FN).

Los VP fueron aquellos que la prueba clasificó como con bajo peso, peso adecuado o macrosomía, y efectivamente su PAN confirmó esa clasificación (casilla A); mientras que los VN fueron aquellos que tanto el método como el PAN no los clasificó en la categoría de peso analizada (casilla D). Por su parte, los FP resultaron ser aquellos que la prueba clasificó con la categoría de peso investigada y realmente no se encontraban dentro de ese rango de acuerdo con su PAN (casilla B); en tanto que los FN fueron aquellos que el método no clasificó dentro de la categoría analizada y realmente pertenecían a ella (casilla C).

Los elementos a determinar en las características operativas de cada método diagnóstico fueron los siguientes:

- Sensibilidad (VP/VP + FN): es la capacidad que tiene cada método para detectar a los sujetos que realmente pertenecen a la categoría de PAN.
- Especificidad (VN/VN + FP): es la capacidad del método diagnóstico para detectar los sujetos realmente sanos. Determina la probabilidad de que la prueba sea negativa dado que el sujeto no pertenece a la categoría de PAN estudiada.
- Valor predictivo positivo (VP/VP + FP): es la probabilidad de pertenecer al rango del PAN analizado dado que la prueba dio positiva.
- Valor predictivo negativo (VN/VN + FN): es la probabilidad de no encontrarse dentro de la categoría del PAN estudiada dado que la prueba dio negativa.
- Razón de probabilidad positiva (sensibilidad/1 - especificidad): se define como la probabilidad de que la prueba sea positiva dado que el sujeto se encuentra dentro del rango del PAN investigado en relación con la probabilidad de que la prueba sea positiva dado que el sujeto no pertenece a dicho rango.
- Razón de probabilidad negativa (1-sensibilidad/ especificidad): corresponde a la probabilidad de que el resultado del método sea negativo dado que el sujeto pertenece a la categoría estudiada en relación con la probabilidad de que la prueba dé negativa dado que el sujeto no se ubica dentro de este rango del PAN.
- Precisión total (VN + VP)/(todos los casos): se refiere a la exactitud del método diagnóstico para determinar en realidad qué sujetos efectivamente pertenecen o no a la categoría del PAN analizada.

Asimismo se utilizó la prueba del chi cuadrado para la significación estadística y la comparación de los resultados obtenidos por cada método. Los resultados obtenidos fue-

Tabla 1 Caracterización de la muestra

Variables	Fa	%
<i>Edad</i> ($x = 21,86 \pm 5,58$)		
14-19 años	44	44
20-25 años	32	32
26-30 años	12	12
31-35 años	12	12
<i>Paridad</i>		
Nulíparas	53	53
I	25	25
II	14	14
III	2	2
IV	6	6
<i>Comorbilidades</i>		
Ninguna	14	14
Parto precoz	30	30
Preeclampsia	13	13
Cesárea	7	7
HTA	4	4
RPM	3	3
Alergias	1	1
Embarazo amenazado	6	6
Multiparidad	18	18
Obesidad	2	2
Período intergenésico prolongado	1	1
Riesgo de isoimunización	1	1
<i>Vía de evacuación</i>		
Parto	75	75
Cesáreas	25	25

Fuente: elaboración propia.

ron expresados mediante el uso de tablas de distribución de frecuencias.

Resultados

En la **tabla 1** se presentan las características de las gestantes evaluadas, observándose que en cuanto a la edad, se obtuvo una edad promedio de 22 años, predominando el grupo de 14 a 19 años con un 44% de los casos, seguido de un 32% con edades comprendidas entre los 20 y los 25 años, resultando un 12% para los grupos de 26 a 30 y 31 a 35 años, respectivamente. La media para la edad fue de 22 años. En cuanto a la edad gestacional, los resultados permitieron evidenciar que la edad promedio fue de 38,8 semanas, estando ubicado en el rango de 37,6 a 41,4 semanas de gestación encontrado en la población del estudio.

En relación con la paridad se observó que 53% de las embarazadas eran nulíparas, el 25% reportó una para, el 14% 2, el 2% 3 y el 6% 4 paras. Otro aspecto evaluado fueron las comorbilidades, encontrándose una mayor frecuencia para el parto precoz presente en el 30% de la población, seguido de la preeclampsia con un 13% de los casos. Es importante señalar que el 14% de las pacientes negó alguna patología o complicación asociada al embarazo, así como también se presentaron otras morbilidades con frecuencias menores que las señaladas.

Tabla 2 Análisis descriptivo del peso fetal estimado por método clínico y ultrasonido

Método	Parámetros	Rango	Media ± DE
Método clínico	Altura uterina	30-38	33,5 ± 2,1
	Grado de encajamiento (k)	-13-12	-12 ± 0,60
	Peso estimado	2.790-4.960	3.421,4 ± 519,05
Ultrasonido	Circunferencia abdominal	30-38,4	33,12 ± 2,02
	Longitud del fémur	6,50-7,89	7,29 ± 0,35
	Distancia biparietal	8,40-10,4	9,30 ± 0,33
	Peso estimado	2.633-4.500	3.407,95 ± 495,94

Fuente: elaboración propia.

DE: desviación estándar.

Con relación a la vía de evacuación, resultó un 75% de partos y un 25% de cesáreas; no se presentaron otros tipos de partos distóicos diferentes a los nacimientos por operación cesárea.

En la [tabla 2](#) se representan los resultados del peso estimado por el método clínico, observándose que la altura uterina estuvo comprendida en un rango de 30 a 38, siendo la media para este parámetro de 33,5. El grado de encajamiento obtuvo un valor promedio de -12 y un rango de -13 a -12; asimismo, el peso estimado a partir de estos parámetros fue en promedio de 3,421,4; ubicado en el rango de 2,790 a 4,960 g.

En la tabla 2 también se muestran los resultados del peso estimado por ultrasonido, observándose que la CA estuvo comprendida en un rango de 30 a 38,4 cm, siendo la media para esta parámetro de 33,12 cm; mientras que la LF obtuvo un rango de 6,50 a 7,89 cm, con un valor promedio de 7,29 cm. Con relación a la distancia biparietal (DBP), se obtuvo un rango de 8,40 a 10,4 cm, con una media de 9,30 cm. En función de dichos parámetros, el peso estimado fue un promedio de 3,407,95 g, ubicado en el rango de 2,633 a 4,500 g.

En cuanto a las características de los recién nacidos, se obtuvo un 58% de masculinos y un 42% de femeninos, con una talla al nacer que alcanzó una media de 50,6 cm y un rango de 46 a 55 cm. En cuanto al PAN, se ubicó en el rango de 2,300 a 4,300 g, con un valor promedio de 3,284,10 g; asimismo, un 4% de los recién nacidos tuvieron bajo peso, hubo un 85% con pesos adecuados y un 11% fueron macrosómicos. Respecto a la clasificación de los recién nacidos según el sexo, en el sexo masculino, un 9,5% tuvieron bajo peso, un 73,8% peso

adecuado y un 16,7% fueron macrosómicos; en el femenino no se observaron casos de recién nacidos con bajo peso, pero se halló un 6,9% de macrosómicos, mientras que la mayoría (93,1%) tenían pesos adecuados.

La [tabla 3](#) muestra los resultados de la comparación estadística del PAN con el PFE tanto por el método clínico como por ultrasonido, observándose con ambos métodos una relación significativa con una $p = 0,00$ ($p < 0,05$) entre dichos valores; sin embargo, se observó una relación no significativa con una $p = 0,781$ ($p > 0,05$) entre las estimaciones clínicas y ecográficas, indicando que el método clínico es tan preciso como el de ultrasonido para la estimación del peso fetal. Además de los resultados anteriores, al comparar las correlaciones de la estimación clínica y ultrasonográfica del peso fetal con el PAN, se evidenció una relación alta y positiva entre el peso estimado por ambos métodos y el PAN; esto indica que entre las variables existe una relación directamente proporcional y significativa con un valor de $p = 0,000$ ($p < 0,001$); según esta correlación, tanto las estimaciones del peso por los parámetros clínicos como por el ultrasonido, se corresponden proporcionalmente con el PAN.

En la [tabla 4](#) se presenta el cálculo del error de las estimaciones del peso fetal por ultrasonido o método clínico, encontrándose un error absoluto medio de -137,35 con un porcentaje de dicho error de -0,041 para el método clínico, mientras que por el método de ultrasonido el error absoluto medio de -123,85 y el porcentaje de dicho error de -0,037. En cuanto al porcentaje de estimaciones del 10% del peso dentro del PAN el método clínico arrojó un 58% y el ultrasonido 68%.

Tabla 3 Correlación de la estimación del peso fetal por método clínico y ultrasonido con el peso al nacer

Método	Peso fetal	Media ± DE	Correlación Pearson **	Sig.
Método clínico	Estimación	3.421,45 ± 519,05	0,730	0,000
	Peso al nacer	3.284,10 ± 504,59		
	Sig. ($p < 0,05$)	0,00*		
Ultrasonido	Estimación	3.407,95 ± 495,94	0,723	0,000
	Peso al nacer	3.284,10 ± 504,59		
	Sig. ($p < 0,05$)	0,01*		

Fuente: elaboración propia.

DE: desviación estándar.

* Diferencia significativa.

** La correlación es significativa al nivel de 0,01 (bilateral).

Tabla 4 Error de las estimaciones del peso fetal por método clínico o por ultrasonido

Variable	Método clínico	Ultrasonido
Error absoluto medio	-137,35	-123,85
% Error absoluto medio	-0,041	-0,037
% Estimaciones dentro del 10% PAN	58*	68*

Fuente: elaboración propia.

* Número de estimaciones que tuvieron \pm 328,41 g.

La **tabla 5** representa la contingencia analizada para determinar la exactitud de los métodos estudiados para predecir recién nacidos con PAN adecuado. En ella se observa que, con el método de Johnson, de un total de 89 casos con pesos estimados como adecuados para la edad gestacional (2,500 a 4,000 g), 81 coincidieron con este PAN (VP), mientras que 8 correspondieron a neonatos que al nacer alcanzaron un peso menor de 2,500 g o superior a 4,000 g (FP). Asimismo, de los 11 neonatos con pesos estimados menores de 2,500 g o mayores de 4,000 g, 7 se ubicaron en esta categoría (VN) y 4 presentaron al nacer un peso adecuado para la edad gestacional (FN).

Con el método ultrasonográfico con el PAN, se pudo evidenciar que de un total de 85 casos con pesos estimados como adecuados para la edad gestacional, 81 coincidieron con este PAN (VP), mientras que 4 correspondieron a neonatos que al nacer alcanzaron un peso menor de 2,500 g o superior a 400 g (FP). Por otra parte, del total de 15 neonatos con pesos estimados menores de 2,500 g o mayores de

4,000 g; 11 se ubicaron en esta categoría (VN) y 4 presentaron al nacer un peso adecuado para la edad gestacional (FN).

En cuanto a la capacidad de los métodos para predecir recién nacidos con bajo peso, se observó que con el método clínico no se reportó ningún caso con peso estimado como pequeño para la edad gestacional. Por el contrario, de los 100 casos con peso estimado mayor de 2,500 g, 96 coincidieron con este PAN (VN), mientras que 4 correspondieron a neonatos que al nacer alcanzaron un peso menor de 2,500 g (FN). Asimismo, con el ultrasonido no se reportó ningún caso con peso estimado como pequeño para la edad gestacional. Sin embargo, de los 100 casos con pesos estimados como mayores de 2,500 g, 96 coincidieron con este PAN (VN), mientras que 4 correspondieron a neonatos que al nacer alcanzaron un peso menor de 2,500 g (FN).

Con respecto al poder de cada método para predecir recién nacidos macrosómicos, se evidenció que, con el método clínico, de un total de 12 casos con pesos estimados como macrosómicos (mayores de 4,000 g), 8 coincidieron con este PAN (VP), mientras que 4 correspondieron a neonatos que al nacer alcanzaron un peso menor de 4,000 g (FP); asimismo, de los 88 neonatos con pesos estimados como menores de 4,000 g, 85 se ubicaron en esta categoría (VN) y 3 presentaron al nacer un peso estimado como macrosómico (FN). En cambio, con el ultrasonido se evidenció que de un total de 15 casos con pesos estimados como macrosómicos, 11 coincidieron con este PAN (VP), mientras que 4 correspondieron a neonatos que al nacer alcanzaron un peso menor de 4,000 g (FP); asimismo, los 85 neonatos con pesos estimados como menores de 4,000 g se ubicaron en esta categoría (VN).

Tabla 5 Exactitud del método clínico y del ultrasonido para la predicción del peso al nacer

Categoría	Método	Peso al nacer	Total	Sig. (p < 0,05)
Peso adecuado	<i>Método clínico</i>	2.500-4.000	< 2.500 o > 4.000	0,000
	PFE 2.500-4.000	81	8	89
	PFE < 2.500 o > 4.000	4	7	11
	Total	85	15	100
	<i>Ultrasonido</i>	2.500-4.000	< 2.500 o > 4.000	0,000
	PFE 2.500-4.000	81	4	85
	PFE < 2.500 o > 4.000	4	11	15
	Total	85	15	100
Bajo peso	<i>Método clínico</i>	< 2.500	> 2.500	0,000
	PFE < 2.500	0	0	0
	PFE > 2.500	4	96	100
	Total	4	96	100
	<i>Ultrasonido</i>	< 2.500	> 2.500	0,000
	PFE < 2.500	0	0	0
	PFE > 2.500	4	96	100
	Total	4	96	100
Macrosomía	<i>Método clínico</i>	> 4.000	< 4.000	0,000
	PFE > 4.000	8	4	12
	PFE < 4.000	3	85	88
	Total	11	89	100
	<i>Ultrasonido</i>	> 4.000	< 4.000	0,000
	PFE > 4.000	11	4	15
	PFE < 4.000	0	85	85
	Total	11	89	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6 Valor predictivo de las estimaciones del peso fetal por método clínico o por ultrasonido

Características operativas	Peso adecuado		Bajo peso		Macrosomía fetal	
	MC %	US %	MC %	US %	MC %	US %
Sensibilidad	95	95	00	00	72	01
Especificidad	47	73	01	01	95	95
Valor predictivo positivo	91	95	00	00	66	73
Valor predictivo negativo	64	73	96	96	97	01
Razón de probabilidad positiva	17,90	35,10	00	00	14,40	20
Razón de probabilidad negativa	10	07	01	01	39	00
Precisión total	88	92	96	96	93	96

Fuente: elaboración propia.

MC: método clínico; US: ultrasonido.

A partir de los resultados anteriores, se procedió a calcular el valor predictivo de las estimaciones del peso fetal tanto por el método clínico como por el ultrasonido en los neonatos con peso adecuado para la edad gestacional, bajo peso o macrosomía. Estos hallazgos, tal como se muestra en la **tabla 6**, respecto al peso adecuado, indican una sensibilidad similar en ambos métodos (95%), con una especificidad del 47% para el método clínico y del 73% para el ultrasonido. El valor predictivo positivo por el método clínico se ubicó en el 91% y por ultrasonido en el 95%, mientras que el valor predictivo negativo fue mayor por ultrasonido (73%) que por el método clínico (64%). La razón de probabilidad positiva alcanzó igualmente un valor mayor por el método de ultrasonido (35,1%) en comparación con el clínico (17,9%). Contrariamente, la razón de probabilidad negativa fue mayor (10%) por el método clínico que por el ultrasonido (7%). Finalmente, la precisión total del método clínico fue del 88% y del ultrasonido del 92%.

En cuanto al valor predictivo de las estimaciones efectuadas para predecir el bajo PAN, se encontró que ambos métodos no eran sensibles (0%) y muy poco específicos (1%); con un valor predictivo positivo nulo y un valor predictivo negativo del 96%. Igualmente, la razón de probabilidad positiva resultó nula para los 2 métodos evaluados, en tanto que la razón de probabilidad negativa fue del 1% en ambos casos; sin embargo, el valor predictivo total fue del 96% para los 2 métodos.

Respecto a la macrosomía fetal, se encontró que el método clínico presentó una sensibilidad del 72% y del 1% por ultrasonido, siendo la especificidad de ambos métodos del 95%. El valor predictivo positivo se ubicó en el 66% por el método clínico y en el 73% por ultrasonido, mientras que el valor predictivo negativo fue mayor por el método clínico (97%) que por ultrasonido (1%). La razón de probabilidad positiva alcanzó un valor mayor por el método de ultrasonido (20%) en comparación con el clínico (14,4%). Contrariamente, la razón de probabilidad negativa fue mayor (39%) por el método clínico que por el ultrasonido (1%). Finalmente, el valor predictivo del método clínico fue del 93% y del ultrasonido del 96%.

Discusión

La EPF es un dato de considerable utilidad para prevenir la prematuridad y elegir la vía de terminación del embarazo,

porque ayuda a evaluar la desproporción céfalopélvica, a detectar productos macrosómicos y a decidir el modo de nacimiento de los pretérmino. Para ello se dispone de la estimación del peso por el método clínico y por ultrasonido, siendo 2 métodos frecuentemente utilizados para obtener información útil sobre el crecimiento fetal.

Con el ultrasonido, el promedio de las diferencias entre el peso estimado y el PAN varía entre un 6 y un 15%⁷. Sin embargo, Ashrafganjooei et al.⁵ cuestionan las ventajas del uso del ultrasonido para la EPF, puesto que no se han podido establecer diferencias significativas en la estimación clínica o ultrasonográfica del peso fetal en embarazos a término, e inclusive en los postérmino. Es importante destacar que el ultrasonido es un método moderno para evaluar el peso fetal a través de la medición lineal o de planos o de las dimensiones del feto en el útero (circunferencia abdominal (CA), LF, DBP), registradas en el presente estudio; estas mediciones se utilizan en fórmulas de regresión que derivan el PFE al nacer. Según, Lagos et al.¹², el peso estimado por ecografía es considerado actualmente el mejor predictor del crecimiento fetal, permitiendo diagnosticar oportunamente patrones de crecimiento fetal normal y anormal.

Por otra parte, los métodos clínicos para calcular el peso fetal adquieren más importancia cuando se carece de otras tecnologías para evaluar el crecimiento y el desarrollo, como el ultrasonido o los estudios del líquido amniótico¹³; demostrando ser tan precisos como el ultrasonido para la predicción del peso fetal, con la ventaja de ser métodos económicos, inocuos y disponibles en cualquier momento¹.

En la presente investigación se obtuvo que el PFE tanto con la fórmula de Johnson como con la ultrasonografía fueron superiores al PAN, diferencia altamente significativa para el método clínico ($p < 0,001$) y significativa para el ultrasonido ($p < 0,05$). Sin embargo, al comparar ambas estimaciones se comprobó que el método clínico era tan preciso como el de ultrasonido para la estimación del peso fetal con una correlación directamente proporcional y significativa entre ambas estimaciones y el PAN ($p < 0,001$), lo cual significaba que tanto las estimaciones del peso por los parámetros clínicos como por el ultrasonido se correspondían proporcionalmente con el PAN.

Esta correlación significativa es similar a la reportada por Carranza et al.¹⁴, entre el método de Johnson y el ultrasonido ($r = 0,729$; $p < 0,001$); sin embargo, el primero es más económico y accesible. La mayoría de los estudios

mencionan que el ultrasonido es más preciso para estimar el peso fetal, aunque los métodos clínicos han mostrado ser más eficaces y no tienen la principal desventaja del ultrasonido, que es su alto coste¹⁴. Asimismo existe el concepto de que la mayoría de las fórmulas sobreestiman la presencia de bajo PAN y al mismo tiempo subestiman el riesgo de macrosomía fetal¹¹.

No obstante, investigaciones previas han determinado que los métodos clínicos para la predicción del peso fetal, como el método de Johnson aplicado en esta investigación, resultan más precisos que el ultrasonido. Al respecto, Ashrafganjooei et al.⁵ señalaron que el ultrasonido no ofrecía ventajas sobre la clínica para la EPF al final del embarazo o en el momento del parto; mientras que Torloni et al.¹ reportaron que el PAN fue estimado correctamente ($\pm 10\%$) en el 57, 61 y 65% de los casos utilizando 2 fórmulas clínicas o mediante ultrasonido, respectivamente, sin diferencias significativas al comparar los métodos. Estos porcentajes de estimaciones acertadas con un margen de error del 10% coinciden con el 58 y el 68% alcanzado en esta serie para la fórmula clínica y el ultrasonido, respectivamente.

Contrariamente a los resultados presentados, Shittu et al.² señalaron que el error absoluto porcentual promedio del método clínico fue menor que el del método ecográfico, y el número de estimaciones dentro del 10% del peso real para el método clínico (70%) fue mayor que para el método ecográfico (68%); aunque la diferencia no resultó significativa estadísticamente. Otras investigaciones han señalado que el porcentaje de error con la ecografía fue de $2 \pm 7,33\%$, por lo que el PAN está más cercano a la estimación ultrasonográfica que a la clínica¹⁵; sin embargo, en este estudio la diferencia entre el error absoluto medio de cada método utilizado estaba alrededor de los -14 g a favor de la ultrasonografía, lo cual no resultaba significativo.

El análisis del valor diagnóstico o la exactitud de ambos métodos en los casos con crecimiento fetal normal resultó ser sensible con cualquiera de las 2 técnicas; sin embargo, el ultrasonido resultaba ser más específico que el método clínico, aunque la precisión total de cada método no mostró diferencias significativas. Por tanto, la fórmula de Johnson resultó ser tan precisa como la estimación ecográfica para predecir un PAN entre 2.500 y menos de 4.000 g.

En este mismo orden de ideas, Kayem et al.¹⁶ determinaron que la EPF ultrasonográfica estaba mejor correlacionada con el PAN que los métodos clínicos, con una especificidad mayor (95%); por el contrario, otro estudio⁵ encontró que ambos métodos no resultaban tan específicos, pero al igual que en esta serie, eran altamente sensibles (92,1% para el ultrasonido y 98% para el método clínico).

Respecto al bajo PAN, importante factor de riesgo de morbimortalidad neonatal, tanto el ultrasonido como el método clínico aplicado resultaron ser poco específicos y con una sensibilidad nula, lo cual resulta opuesto tanto a los resultados presentados por Cabral et al.⁴, quienes consideraron que el ultrasonido resultaba ser un método sensible (85,7%) y muy específico (100%) para la detección de neonatos pequeños para su edad gestacional; así como a los reportados por Kayem et al.¹⁶, quienes encontraron que este método presentaba una especificidad en el despitaje de recién nacidos con bajo peso significativamente

más alta que con la estimación clínica (50,7 vs. 41,2%; $p < 0,05$).

Al respecto, otras investigaciones han encontrado que el método de Johnson sobreestimaba el peso de los neonatos que pesaron menos de 2.500 g al nacer^{2,17}; lo cual se evidenció en este estudio por la presencia de FN, que se tradujo en un valor predictivo alto, el cual sumado a su baja especificidad y sensibilidad hace que ambos métodos sean imprecisos para la detección del bajo PAN. Esta circunstancia pudo deberse al encajamiento de la cabeza fetal que dificulta la medición del diámetro fetal o a la disminución del líquido amniótico característica de las últimas semanas de la gestación, que hace difícil la medición de la CA, pudiendo alterar la precisión del ultrasonido¹⁸.

En cuanto a la identificación de fetos macrosómicos, se encontró que ambos métodos fueron muy específicos. Sin embargo, el método clínico arrojó una mayor sensibilidad que el ultrasonido, resultado similar al encontrado por Soto et al.¹⁹, quienes por medio del método de Johnson pudieron detectar macrosomía fetal con un margen de error de ± 126 g, el cual estaba dentro de los límites de variación establecidos para la técnica (± 240 g), considerando la fórmula eficaz para detectar fetos de más de 4.000 g. De igual forma, se corresponde al 68,1% de estimaciones correctas para un peso mayor de 4.000 g encontrado en otra investigación³.

De forma opuesta, otros estudios^{4,16} han encontrado que el ultrasonido resultaba ser más específico, con una tasa de especificidad entre el 54 y el 77,2%. La menor especificidad encontrada con el ultrasonido puede atribuirse a errores en la técnica, puesto que en los casos de fetos grandes, la incapacidad del transductor para capturar una sección entera del abdomen o de la cabeza fetal puede hacer esas mediciones imprecisas¹⁸.

Como es bien sabido, el PAN es el factor clave para el pronóstico del crecimiento intrauterino de los fetos. Es claramente conocido que aquellos fetos en los extremos del PAN normal están asociados con un incremento en la morbimortalidad perinatal y un pronóstico adverso en su desarrollo²⁰. La EPF representa aquellos métodos utilizados para obtener información útil sobre el crecimiento fetal, lo cual ayuda a determinar la viabilidad del feto y su probabilidad de supervivencia, así como el momento y la vía del nacimiento²¹. Al respecto coinciden tanto Rojas et al.²², para quienes la EPF es de mucha utilidad para la toma de decisiones en el manejo obstétrico, como Cecatti et al.²³, para quienes la EPF es un método de vigilar tanto el bienestar fetal como el crecimiento fetal.

Una estimación precisa constituye una valiosísima información para la planificación del modo del nacimiento y el manejo del trabajo de parto²⁴. La evaluación del PFE debe ser una práctica rutinaria antes de la inducción del parto, lo cual significa una oportunidad para obtener datos para la identificación de posibles complicaciones²⁵; al respecto en este estudio se comprobó la utilidad tanto del método clínico como del ultrasonido para este fin.

Mas sin embargo, la calidad del diagnóstico ultrasonográfico no depende solamente de la capacidad técnica del equipo, sino también de la experiencia y la habilidad del operador, de manera que los patrones estándar pueden variar. Pueden ocurrir errores, que podrían

aumentar intervenciones potencialmente peligrosas como la inducción intempestiva del trabajo de parto²⁶; asimismo existe el concepto de que la mayoría de las fórmulas sobreestiman la presencia de bajo PAN y al mismo tiempo subestiman el riesgo de macrosomía fetal^{11,27}. Además, en la mayoría de los centros asistenciales aledaños a la institución ámbito de este estudio no se cuenta ni con equipos de ultrasonido ni con un personal médico entrenado y capacitado para utilizarlos; de allí la importancia de los resultados presentados, ya que permitieron comprobar la utilidad de los métodos clínicos, los cuales no necesitan de mayores recursos para aplicarlos.

Si bien el tipo y diseño de la investigación presentan algunas limitaciones para efectuar un análisis de causalidad directa y no excluyen otros factores que pueden influir en el peso fetal, los resultados del trabajo informan acerca del beneficio de divulgar el método de Johnson para la estimación del peso fetal; sobre todo en los centros de salud de las áreas rurales y de los hospitales con mayores brechas tecnológicas, lo cual facilitaría la toma de decisiones oportunas para la atención materna; disminuyendo así las complicaciones tanto maternas como fetales, además de las referencias innecesarias a los grandes hospitales, las cuales aumentan el congestionamiento de los mismos.

No obstante, la muestra analizada en esta investigación, seleccionada de manera intencionada y no de forma aleatorizada con un control más riguroso, representa una muestra muy local, y si bien los resultados parecen coherentes, deben realizarse otros estudios sobre muestras más amplias, antes de considerar generalizables los resultados obtenidos.

Conclusiones

El PFE tanto con la fórmula de Johnson como con la ultrasonografía fueron superiores al PAN, diferencia altamente significativa para el método clínico ($p < 0,001$) y significativa para el ultrasonido ($p < 0,05$). Sin embargo, al comparar ambas estimaciones se comprobó que el método clínico era tan preciso como el de ultrasonido para la estimación del peso fetal, con una correlación directamente proporcional y significativa entre ambas estimaciones y el PAN ($p < 0,001$), lo cual significaba que tanto las estimaciones del peso por los parámetros clínicos como por el ultrasonido se correspondían proporcionalmente con el PAN.

Ambos métodos para la estimación del peso fetal tuvieron una precisión total del 88% para la fórmula de Johnson y del 92% para el ultrasonido, en cuanto a la predicción de un PAN adecuado, resultando ser métodos válidos y exactos; sin embargo, el ultrasonido resultó tener mejor especificidad. A su vez, en las alteraciones del crecimiento fetal, si bien ambos métodos tuvieron una alta precisión, ubicada entre el 93 y el 96%, el método clínico resultó ser más sensible que el ultrasonido para la estimación de macrosomía fetal; mientras que para el bajo PAN ambos métodos tuvieron poca sensibilidad y especificidad.

Por tanto, se recomienda la utilización del método clínico de Johnson para la estimación del peso fetal antes del parto, sobre todo en hospitales rurales o ubicados en áreas de difícil acceso, donde no se disponga de la tecnología ultrasonográfica disponible actualmente.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Torloni MR, Sass N, Leiko J, Pinheiro AC, Fukuyama M, de Lucca PR. Clinical formulas, mother's opinion and ultrasound in predicting birth weight. *Sao Paulo Med J.* 2008;126:145-9.
2. Shittu AS, Kuti O, Orji EO, Makinde NO, Ogunniyi SO, Ayoola OO, et al. Clinical versus sonographic estimation of foetal weight in southwest Nigeria. *J Health Popul Nutr.* 2007;25:14-23.
3. Buchmann E, Tlale K. A simple clinical formula for predicting fetal weight in labour at term – derivation and validation. *S Afr Med J.* 2009;99:457-60.
4. Cabral DM, Cecatti JG, Medeiros CS. Correlação entre peso fetal estimado por ultrassonografia e peso neonatal. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2010;32:4-10.
5. Ashrafganjooei T, Naderi T, Eshrat B, Babapoor N. Accuracy of ultrasound, clinical and maternal estimates of birth weight in term women. *East Mediterr Health J.* 2010;16:313-7.
6. Kumara DM, Perera H. Evaluation of six commonly used formulae for sonographic estimation of fetal weight in a Sri Lankan population. *SLJOG.* 2009;31:20-33.
7. Ben-Haroush A, Chen R, Hadar E, Hod M, Yoge Y. Accuracy of a single fetal-weight estimation at 29-34 weeks in diabetic pregnancies: can it predict large-for-gestational-age infants at term? *Am J Obstet Gynecol.* 2007;197:497, e1-6.
8. Urdaneta JR. Brechas tecnológicas en las unidades de sala de partos de los hospitales del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales del estado Zulia. Tesis de Maestría. Maestría en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín, Maracaibo. 2004. [Tesis en línea] [fecha de recuperación 12 Feb 2011]. Disponible en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0065461/intro.pdf>
9. Numprasert W. A study in Johnson's Formula: fundal height measurement for estimation of birth weight. *AU JT.* 2004;8:15-20.
10. Kurmanavicius J, Burkhardt T, Wisser J, Huch R. Ultrasonographic fetal weight estimation: accuracy of formulas and accuracy of examiners by birth weight from 500 to 5000 g. *J Perinat Med.* 2004;32:155-61.
11. Pérez V, Carvajal J, Vera C. ¿Es la evaluación ultrasonográfica del peso fetal influida por la fórmula seleccionada? *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2010;75:140-1.
12. Lagos R, Espinoza R, Orellana JJ. Nueva tabla para estimación del peso fetal por examen ultrasonográfico. *Rev Chil Ultrasonog.* 2002;5:14-9.
13. Hernández F, Laredo A, Hernández R. Sensibilidad y valor predictivo del método de Johnson y Toshach para estimar peso fetal. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2006;44:309-12.
14. Carranza S, Haro LM, Biruete B. Comparación entre la medición clínica y ultrasonográfica para estimar el peso fetal en la fase activa del trabajo de parto: nueva fórmula para el cálculo clínico. *Ginecol Obstet Mex.* 2007;75:582-7.
15. Nahar N. Comparative study between clinical and sonographic estimation of fetal weight in third trimester of pregnancy and its relationship with actual birth weight. *Mymensingh Med J.* 2008;17:157-63.
16. Kayem G, Grangé G, Bréart G, Goffinet F. Comparison of fundal height measurement and sonographically measured fetal abdominal circumference in the prediction of high and low birth weight at term. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;34:566-71.
17. Belete W. Clinical estimation of fetal weight in low resource settings: comparison of Johnson's formula and the palpation method. *Ethiop Med J.* 2008;46:37-46.

18. Pressman EK, Bienstock JL, Blakemore KJ, Martin SA, Callan NA. Prediction of birth weight by ultrasound in the third trimester. *Obstet Gynecol.* 2000;95:502-6.
19. Soto C, Germes F, García G. Utilidad del método de Johnson y Toshach para calcular el peso fetal en embarazos de término en un hospital de segundo nivel. *Ginecol Obstet Mex.* 2007;75:317-24.
20. Pang MW, Leung TN, Lau TK. A validation study of ultrasonic fetal weight estimation models for Hong Kong Chinese singleton pregnancies. *Hong Kong Med J.* 2004;10:384-8.
21. Dehghani R, Ghasemi N, Dehghani M. Sonographic fetal weight estimation using femoral length: Honavar equation. *Ann Saudi Med.* 2007;27:179-82.
22. Rojas J, Garay M, Ortiz C, Flores H, Huaroto F, Chico H, et al. Propuesta de un nuevo puntaje para optimizar estimados ecográficos de peso fetal: estudio piloto. *An Fac Med.* 2009;70:109-14.
23. Cecatti JG, Marrocos MR, Azank FF, Marussi EF. Curva dos valores normais de peso fetal estimado por ultra-sonografia segundo a idade gestacional. *Cad Saúde Pública.* 2000;16:1083-90.
24. Scioscia M, Vimercati A, Ceci O, Vicino M, Selvaggi LE. Estimation of birth weight by two-dimensional ultrasonography. A critical appraisal of its accuracy. *Obstet Gynecol.* 2008;111:57-65.
25. Blackwell SC, Refuerzo J, Chadha R, Carreno CA. Overestimation of fetal weight by ultrasound: does it influence the likelihood of cesarean delivery for labor arrest? *Am J Obstet Gynecol.* 2009;200:340, e1-3.
26. Vázquez JC, Vázquez J, Febles VJ. Eficacia de la estimación del peso fetal por ultrasonido para la predicción del bajo peso al nacer. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología.* 2003;29 [Periódico en línea] [consultado 19 Jun 2011]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2003000100006&lng=es
27. Colman A, Maharaj D, Hutton J, Tuohy J. Reliability of ultrasound estimation of fetal weight in term singleton pregnancies. *Journal of the New Zealand Medical Association.* 2006;119 [Periódico en línea] [consultado 28 May 2011.]. Disponible en: <http://www.nzma.org.nz/journal/119-1241/2146/>