

Apéndice A

Macrofotografías de tamaño de grano

A.1. Macrofotografías de muestras solidificadas en moldes de arena.

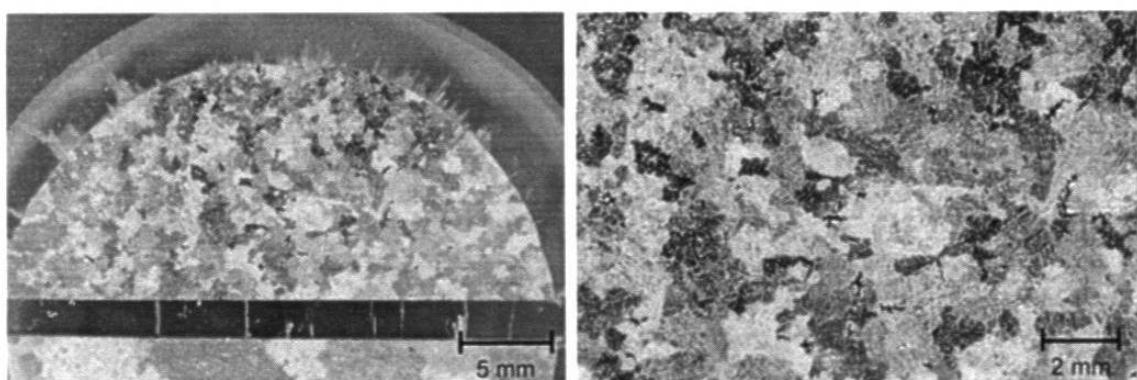


Figura A1. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 1 [Fe(-), Ti(-), Sr(-)] solidificada en molde de arena.

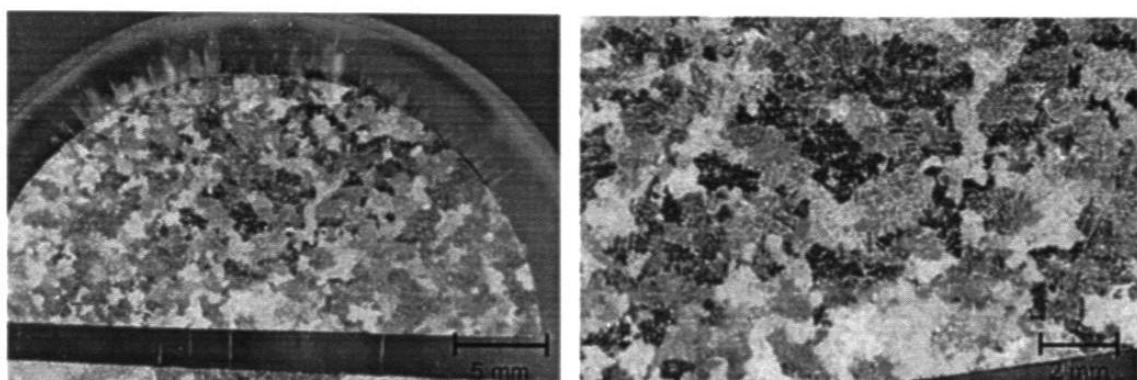


Figura A2. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 2 [Fe(-), Ti(-), Sr(+)] solidificada en molde de arena.

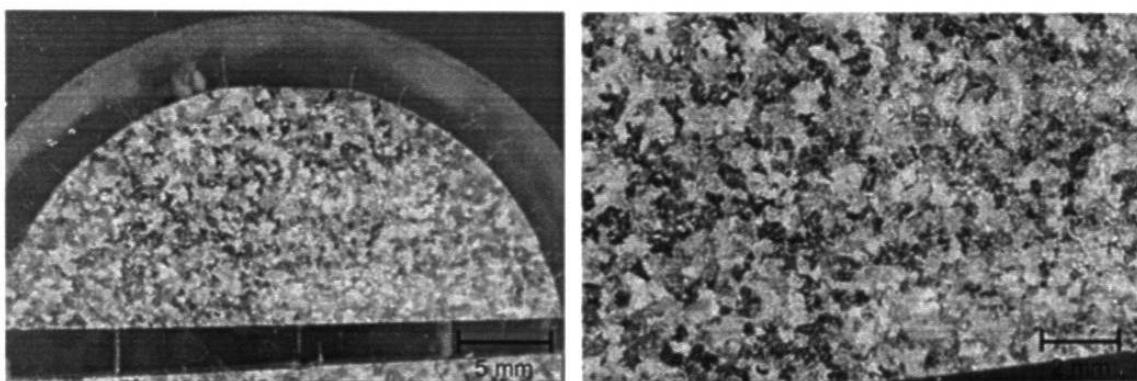


Figura A3. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 3 [Fe(-), Ti(+), Sr(-)] solidificada en molde de arena.

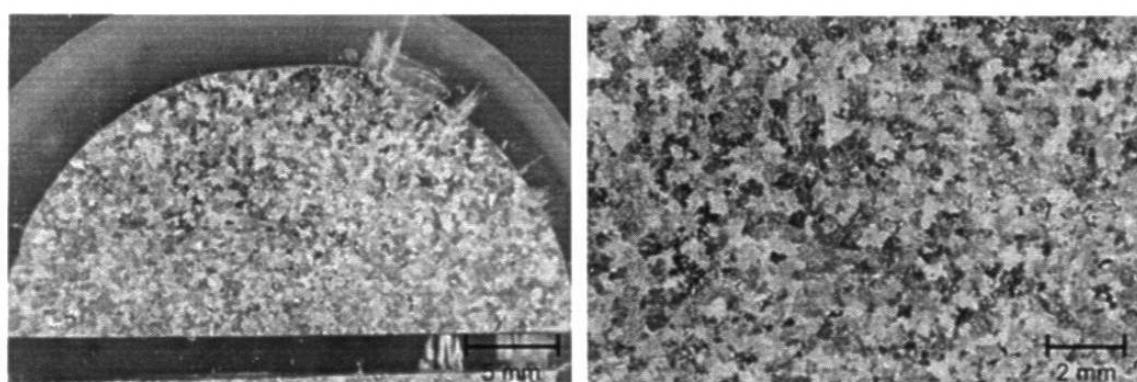


Figura A4. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 4 [Fe(-), Ti(+), Sr(+)] solidificada en molde de arena.

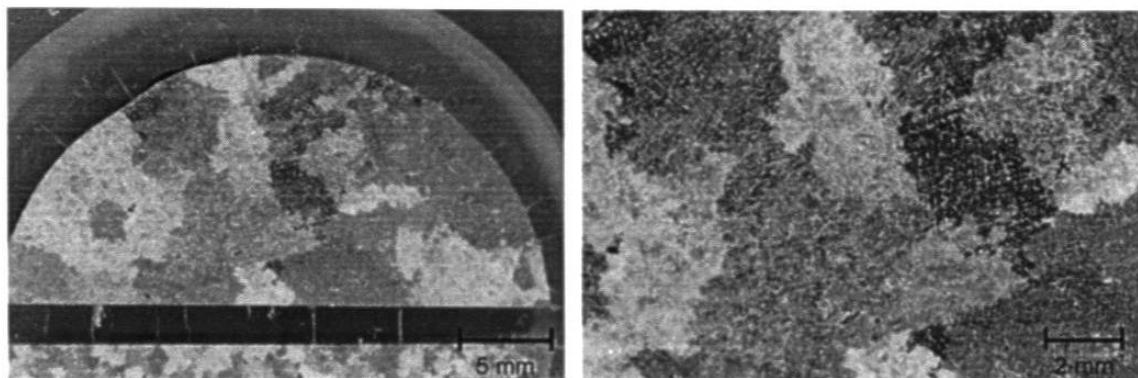


Figura A5. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 5 [Fe(+), Ti(-), Sr(-)] solidificada en molde de arena.

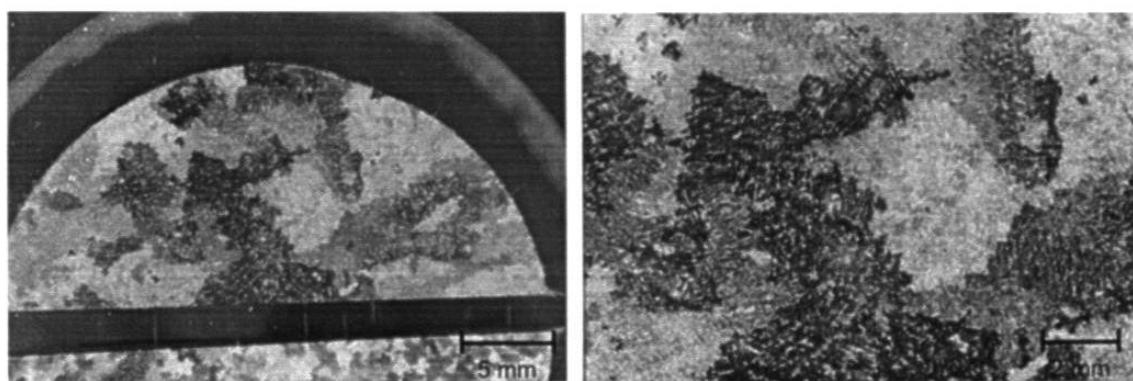


Figura A6. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 6 [Fe(+), Ti(-), Sr(+)] solidificada en molde de arena.

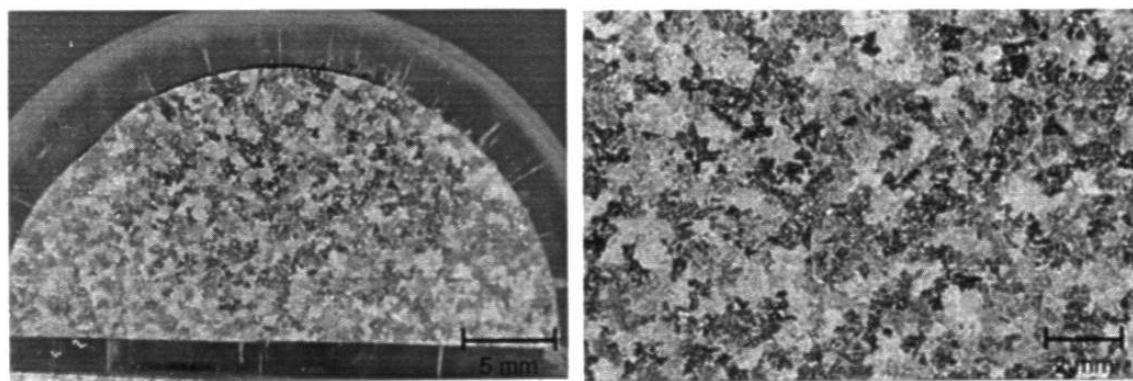


Figura A7. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 7 [Fe(+), Ti(+), Sr(-)] solidificada en molde de arena.

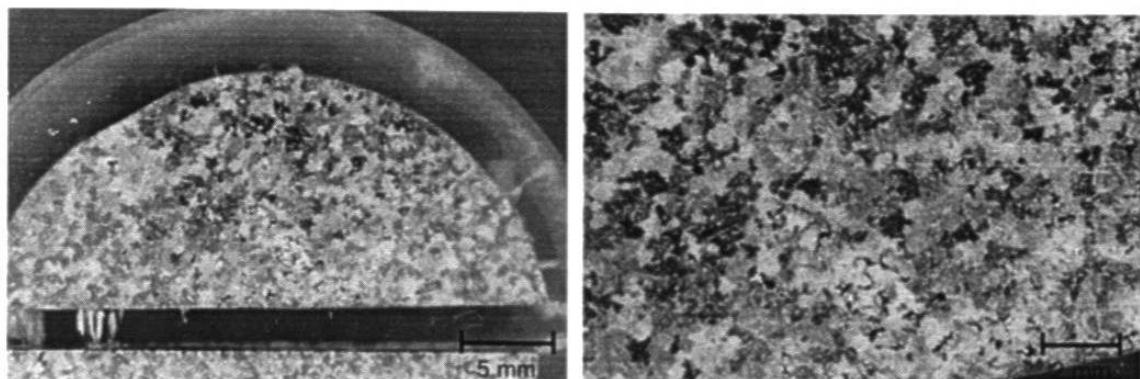


Figura A8. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 8 [Fe(+), Ti(+), Sr(+)] solidificada en molde de arena.

A.2. Macrofotografías de muestras solidificadas en molde metálico.

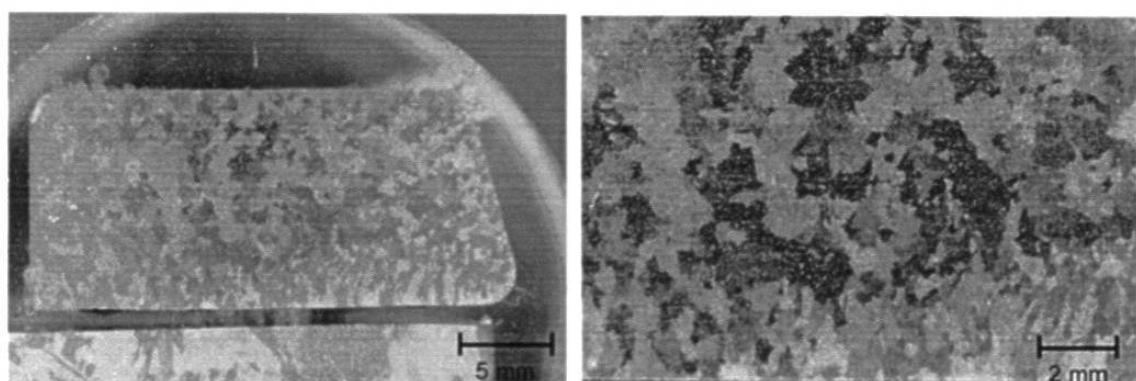


Figura A9. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 9 [Fe(-), Ti(-), Sr(-)] solidificada en molde metálico.

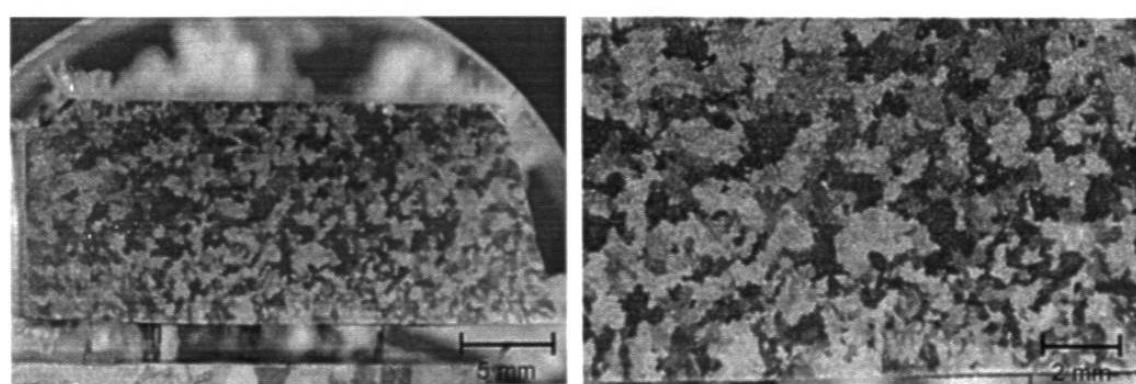


Figura A10. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 10 [Fe(-), Ti(-), Sr(+)] solidificada en molde metálico.

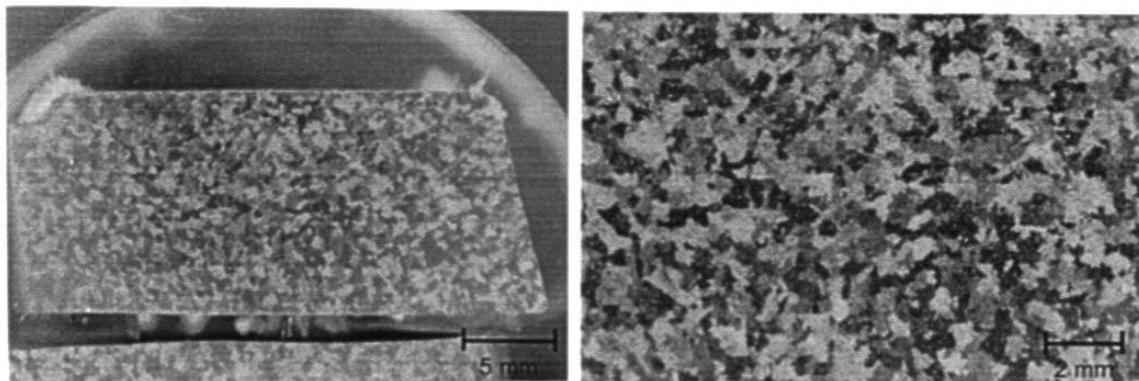


Figura A11. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 11 [Fe(-), Ti(+), Sr(-)] solidificada en molde metálico.

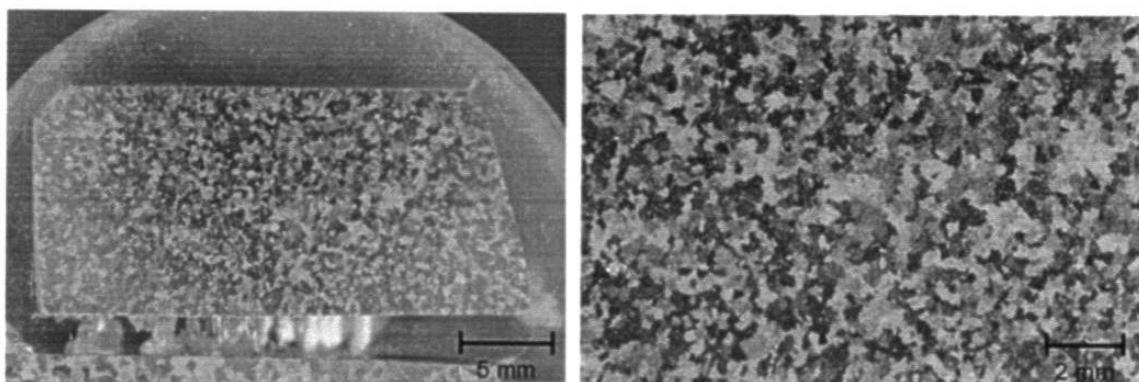


Figura A12. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 12 [Fe(-), Ti(+), Sr(+)] solidificada en molde metálico.

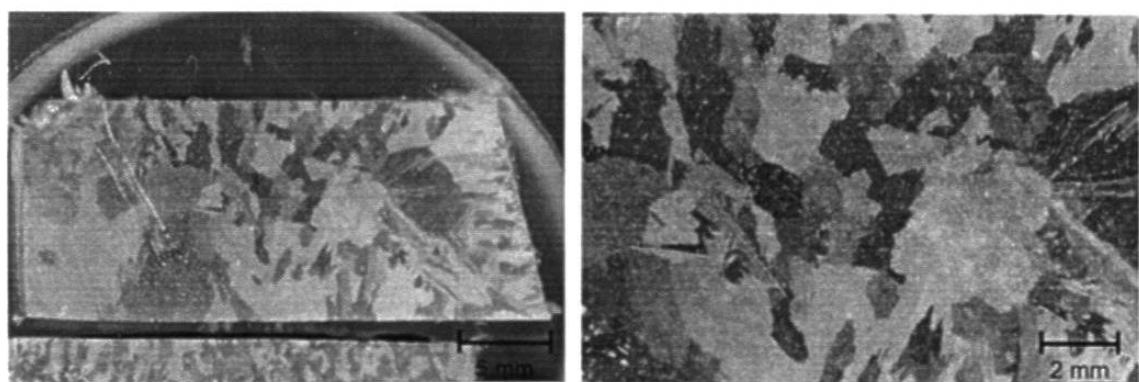


Figura A13. Macrografías de tamaño de grano de la prueba 13 [Fe(+), Ti(-), Sr(-)] solidificada en molde metálico.

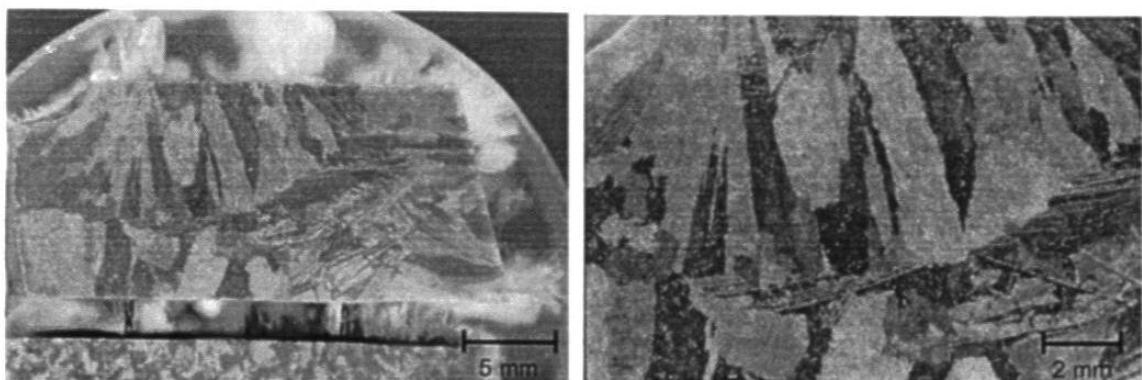


Figura A14. Macrografias de tamaño de grano de la prueba 14 [Fe(+), Ti(-), Sr(+)] solidificada en molde metálico.

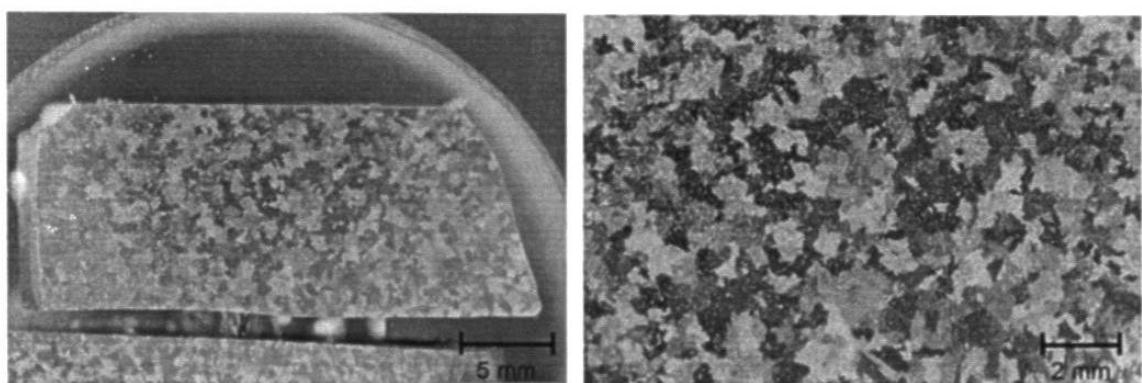


Figura A15. Macrografias de tamaño de grano de la prueba 15 [Fe(+), Ti(+), Sr(-)] solidificada en molde metálico.

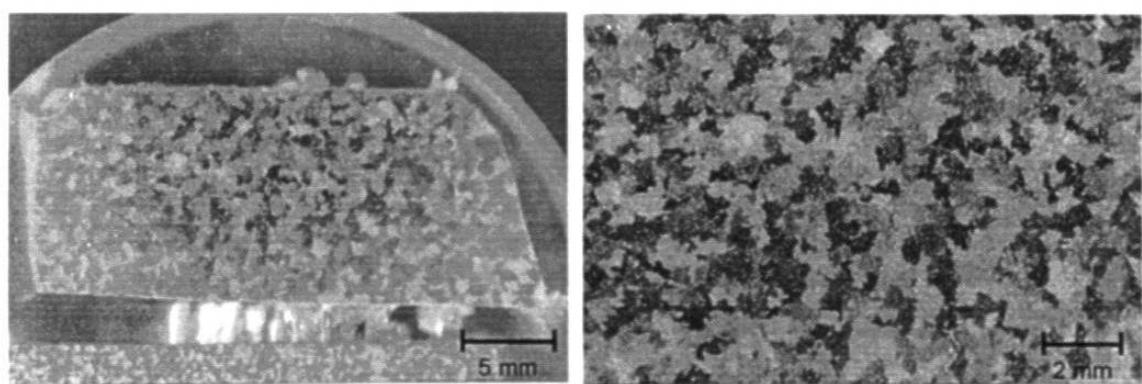


Figura A16. Macrografias de tamaño de grano de la prueba 16 [Fe(+), Ti(+), Sr(+)] solidificada en molde metálico.

Apéndice B

Efecto del Ti, Fe y Sr en el tamaño de grano

B.1. Tamaño de grano en muestras solidificadas en moldes de arena.

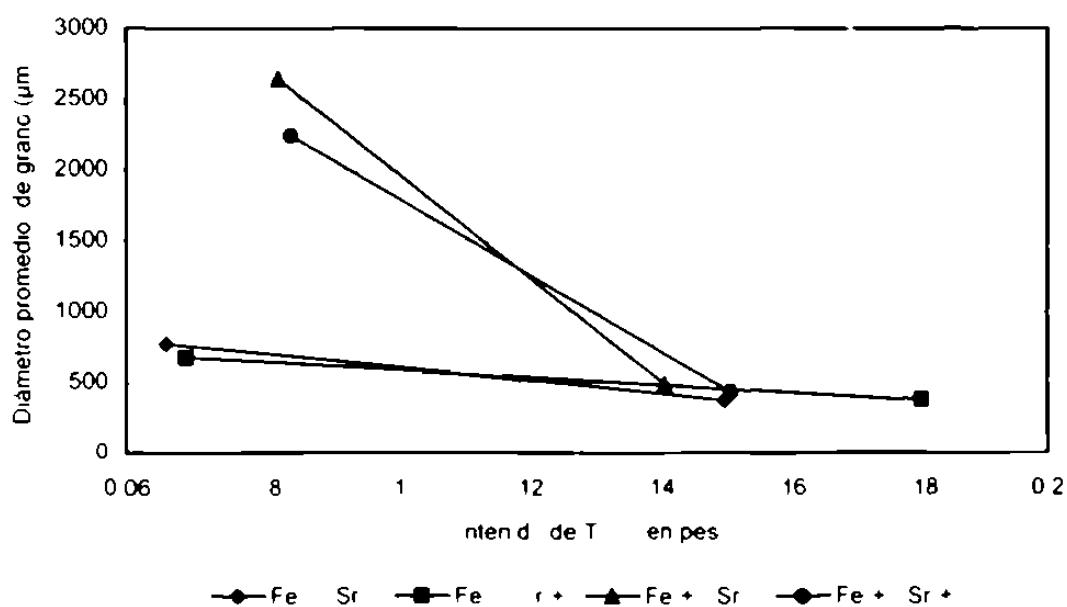


Figura B1. Efecto de T en el refinamiento de grano de las muestras solidificadas en moldes de arena

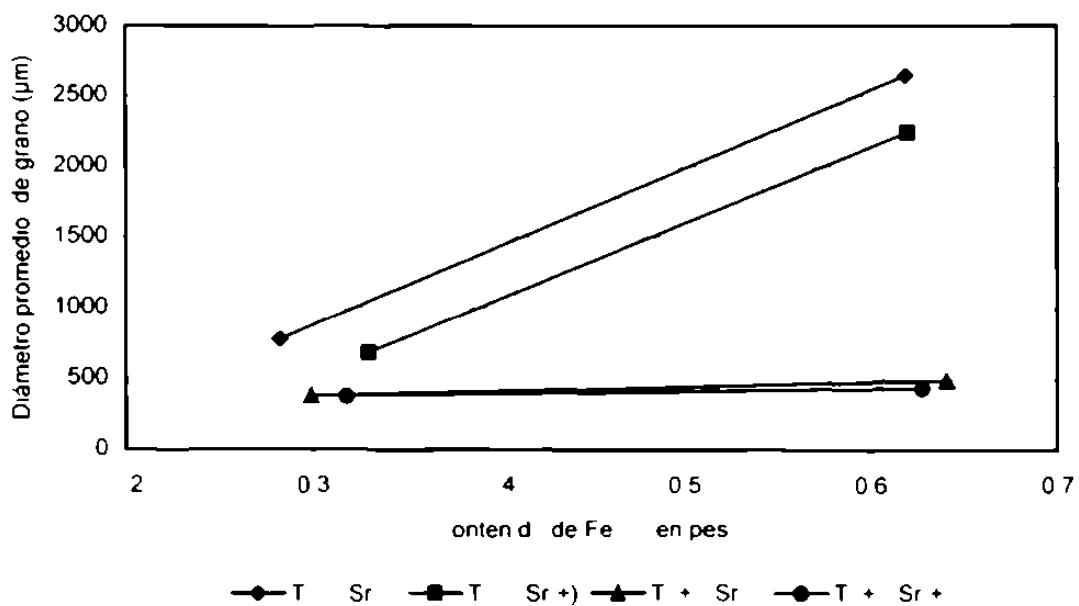


Figura B2. Efecto de Fe en el refinamiento de grano de las muestras solidificadas en moldes de arena

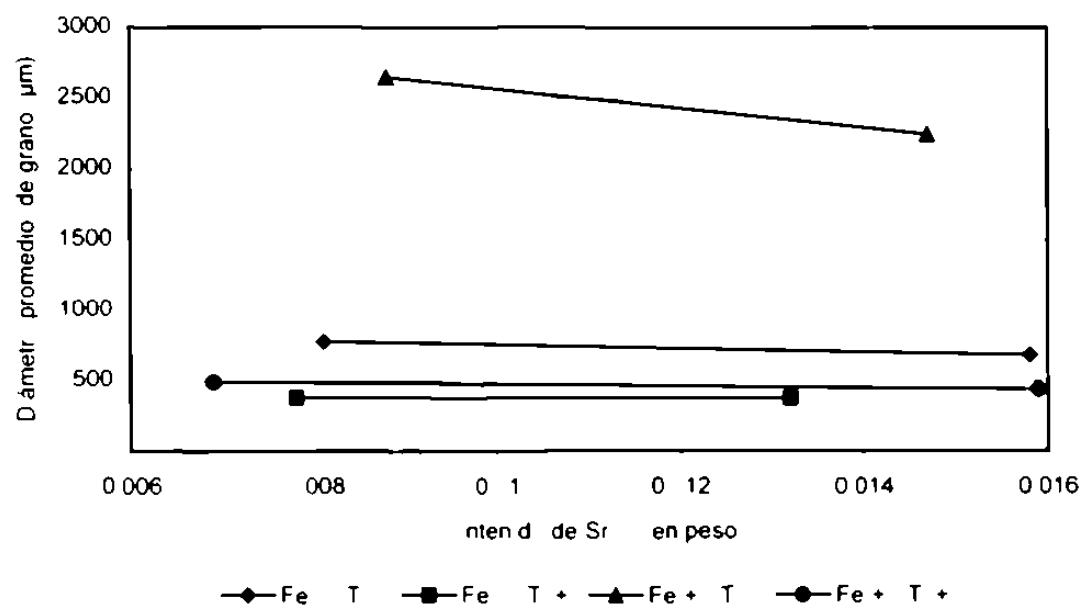


Figura B3. Efecto de Sr en el refinamiento de grano de las muestras solidificadas en moldes de arena

B.2. Tamaño de grano en muestras solidificadas en moldes metálicos.

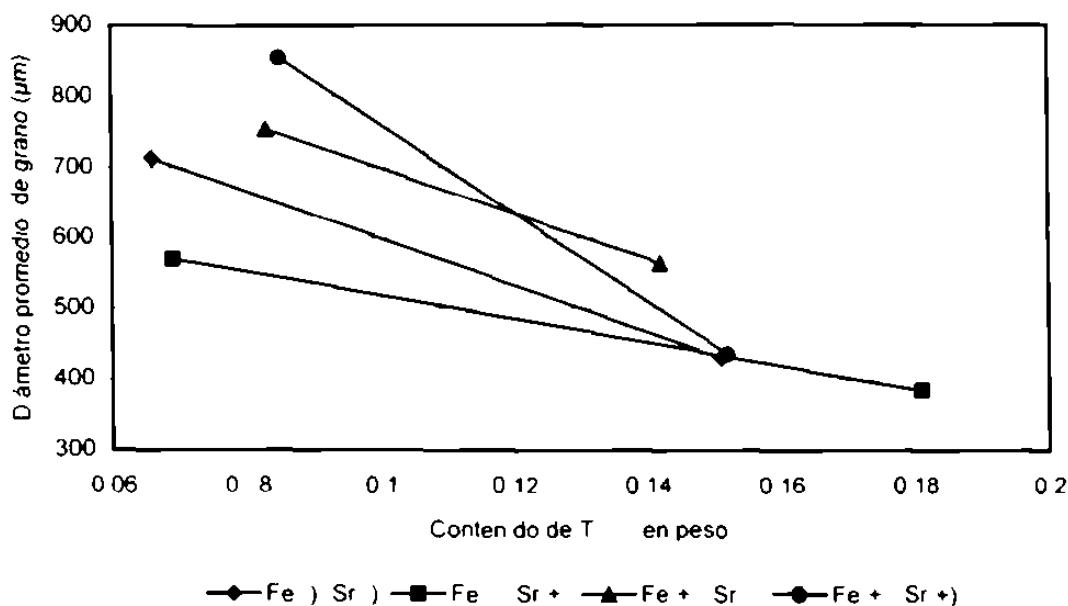


Figura B4. Efecto de T en el refinamiento de grano de las muestras solidificadas en moldes metálicos

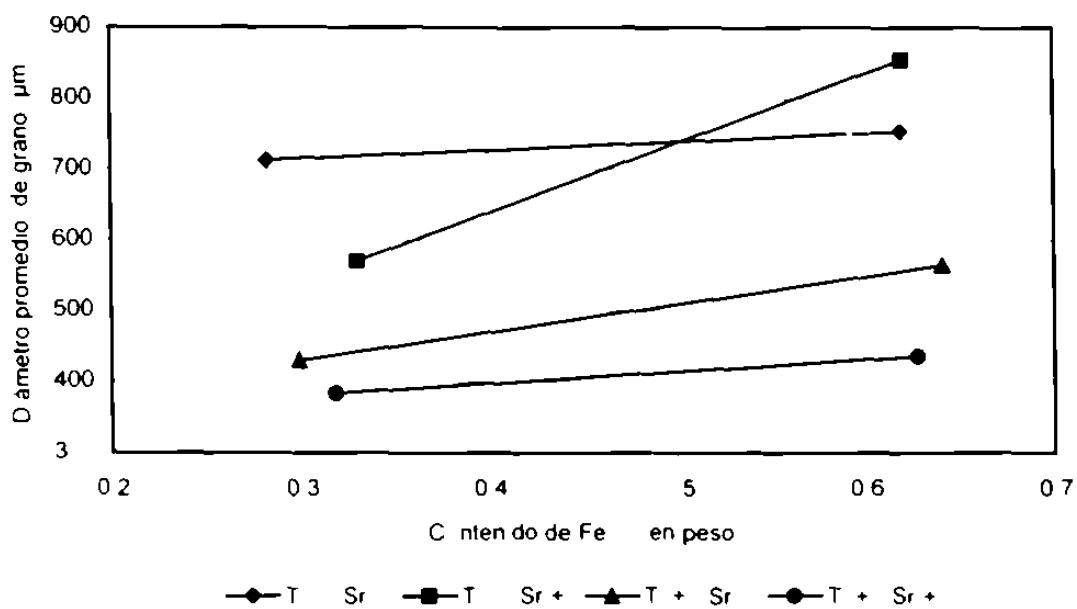


Figura B5. Efecto de Fe en el refinamiento de grano de las muestras solidificadas en moldes metálicos

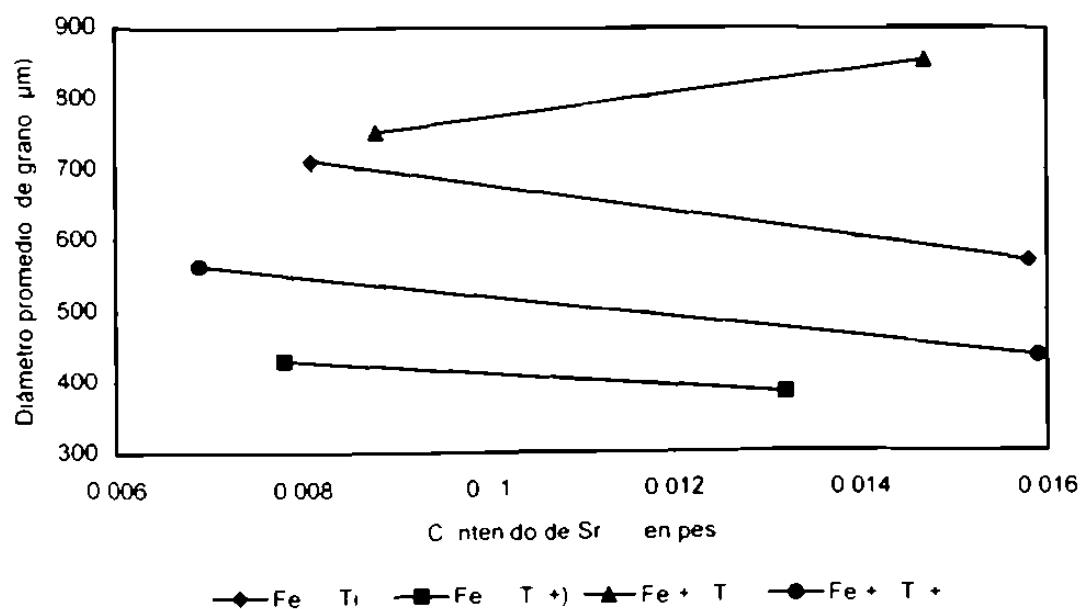


Figura B6. Efecto de Sr en el refinamiento de grano de las muestras soldadas en moldes metálicos

Apéndice C

**Fotomicrografías, imágenes y espectros de las
fase α y β analizadas químicamente**

C.1. Muestras solidificadas en moldes de arena y bajo contenido de Fe.

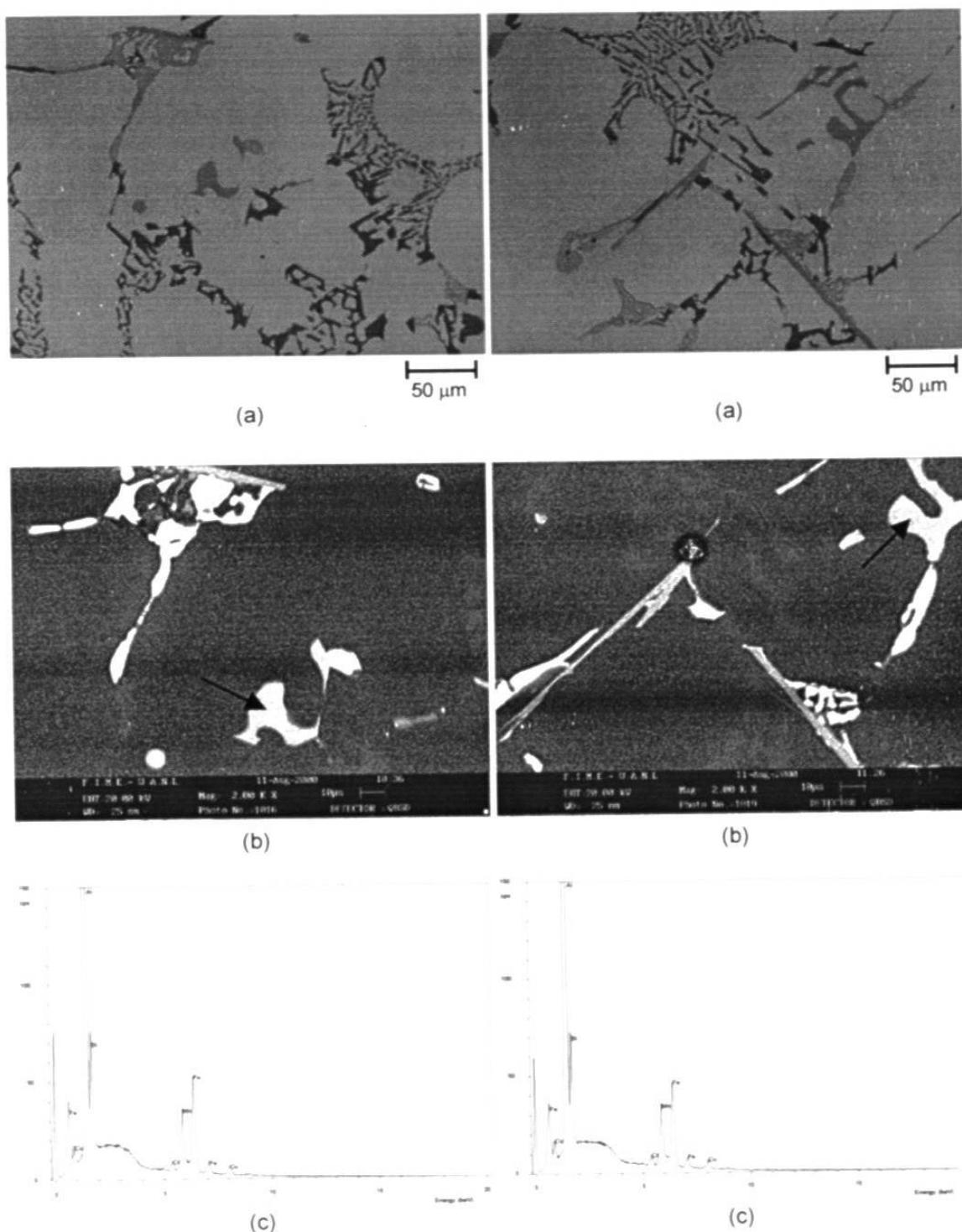


Figura C1. Fase 1 α (izquierda) y fase 2 α (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

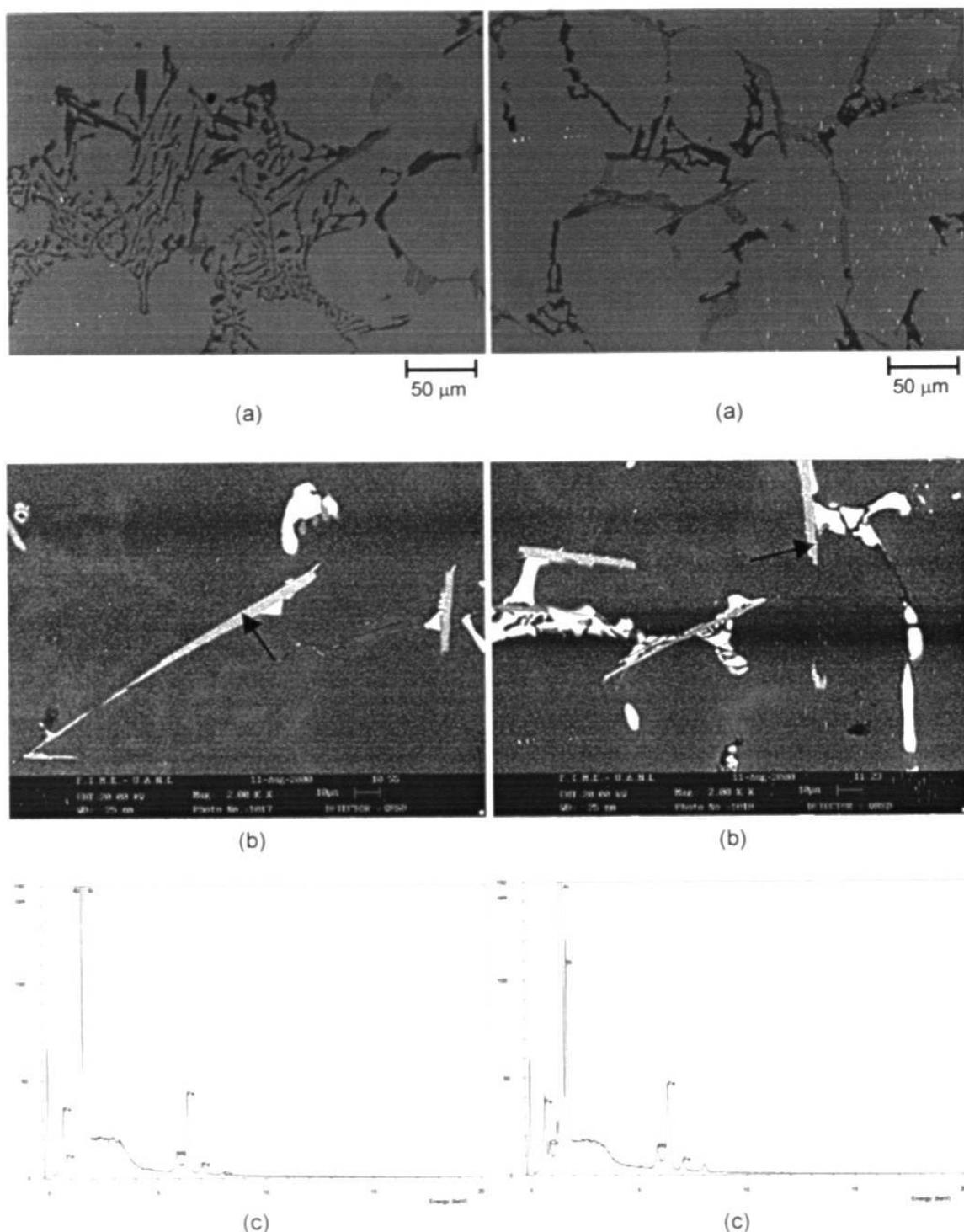


Figura C2. Fase 1 β (izquierda) y fase 2 β (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

C.2. Muestras solidificadas en moldes de arena y alto contenido de Fe.

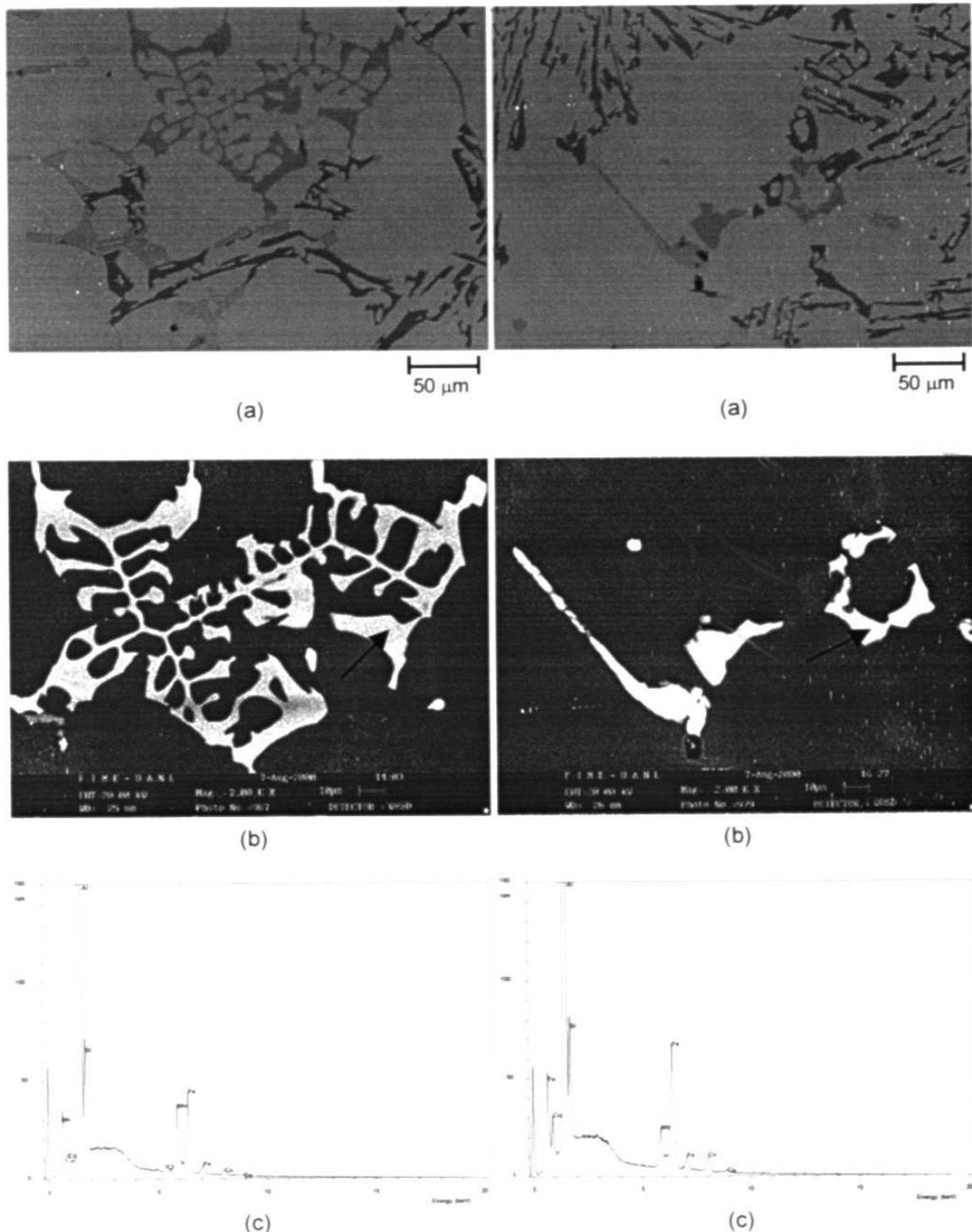


Figura C3. Fase 3α (izquierda) y fase 4α (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

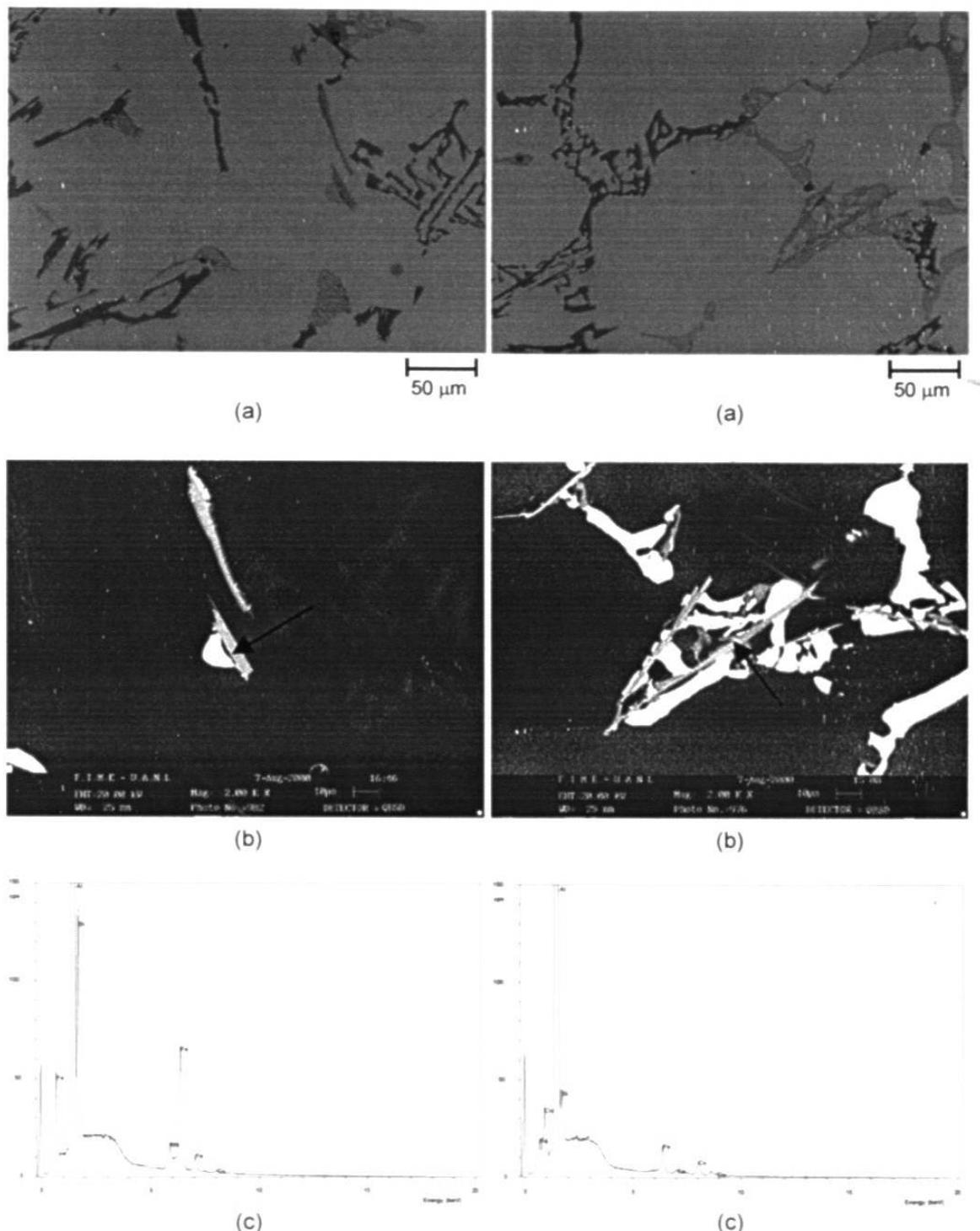


Figura C4. Fase 3 β (izquierda) y fase 4 β (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

C.3. Muestras solidificadas en moldes metálicos y bajo contenido de Fe.

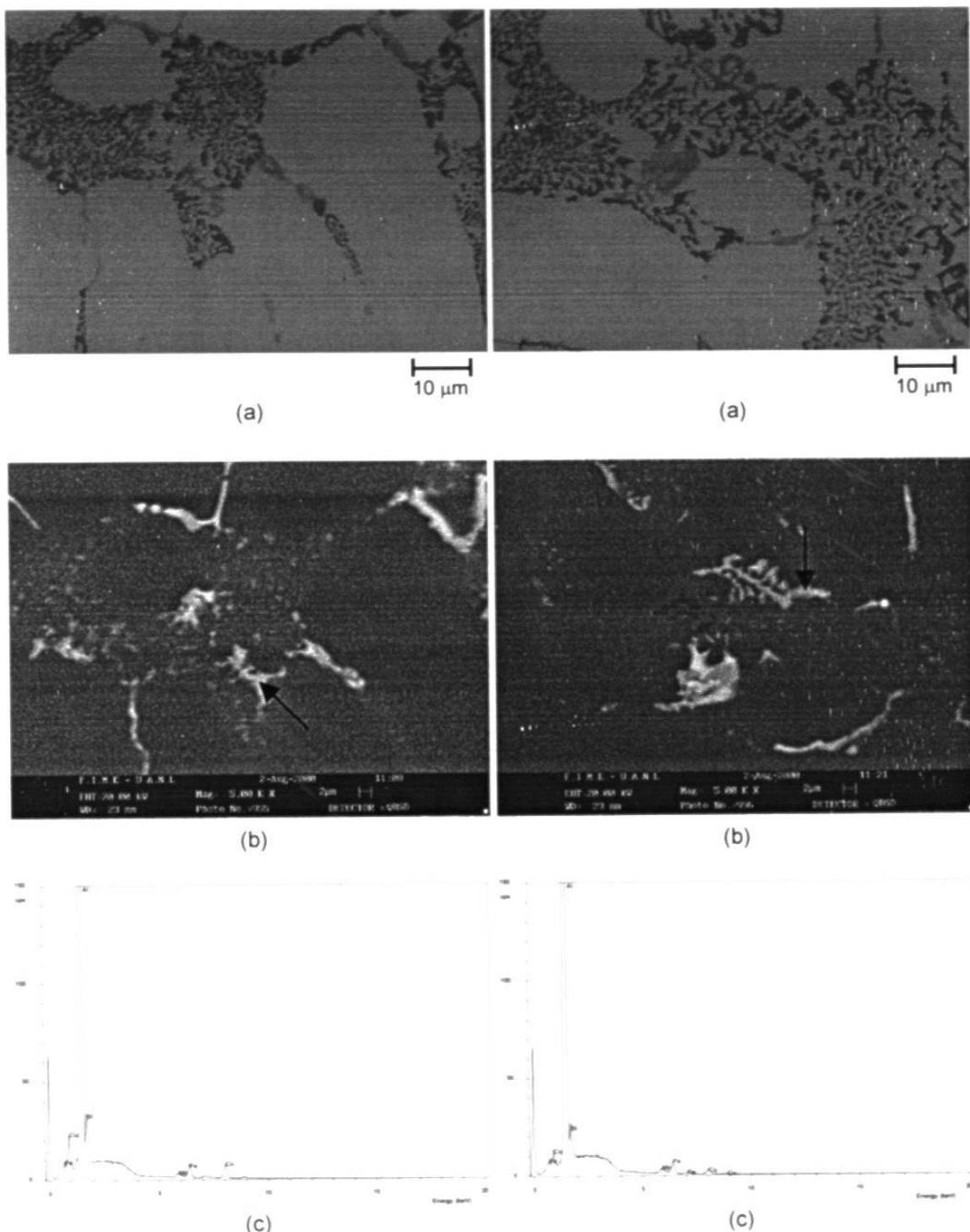


Figura C5. Fase 5 α (izquierda) y fase 6 α (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

C.4. Muestras solidificadas en moldes metálicos y alto contenido de Fe.

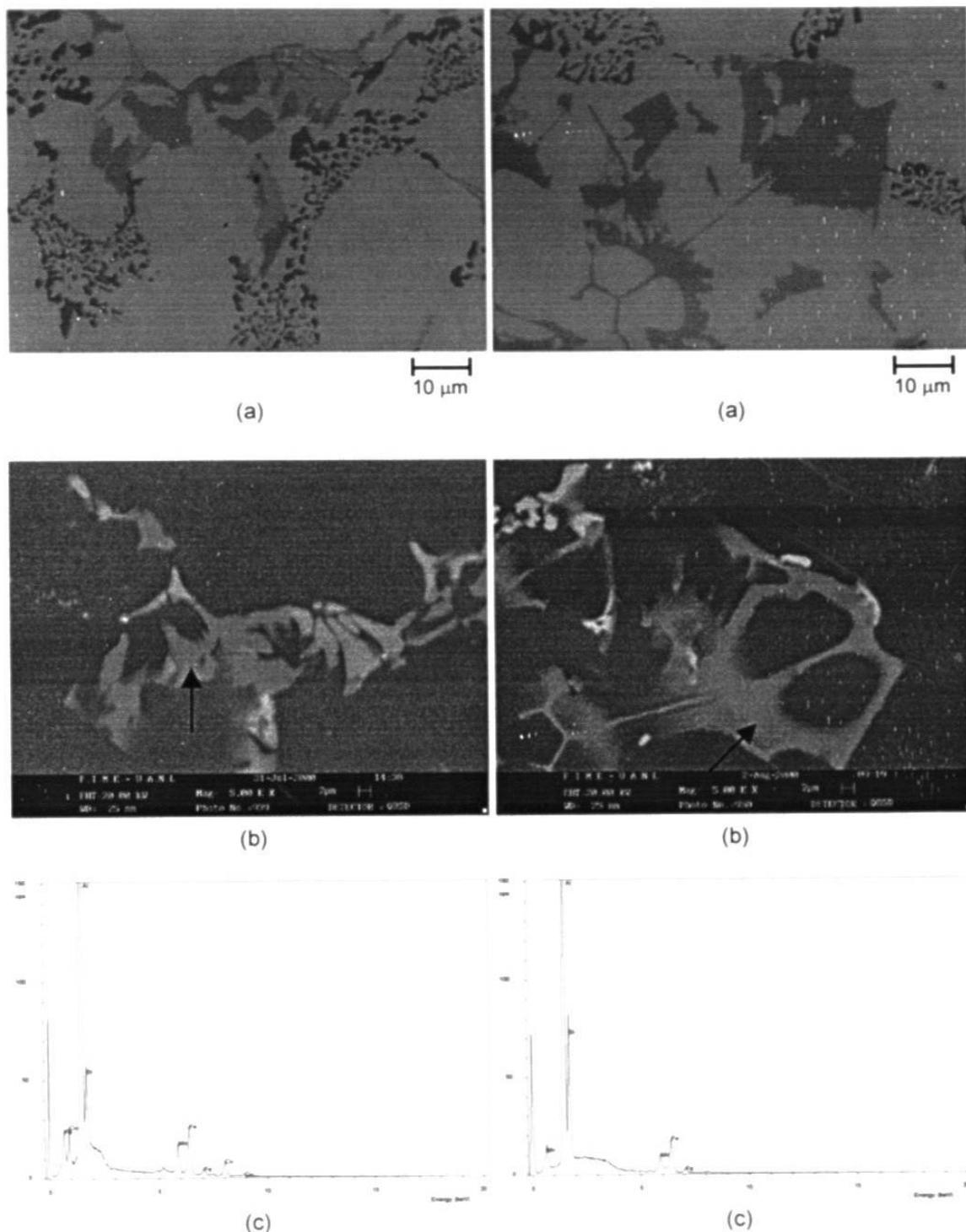


Figura C6. Fase 7 α (izquierda) y fase 8 α (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

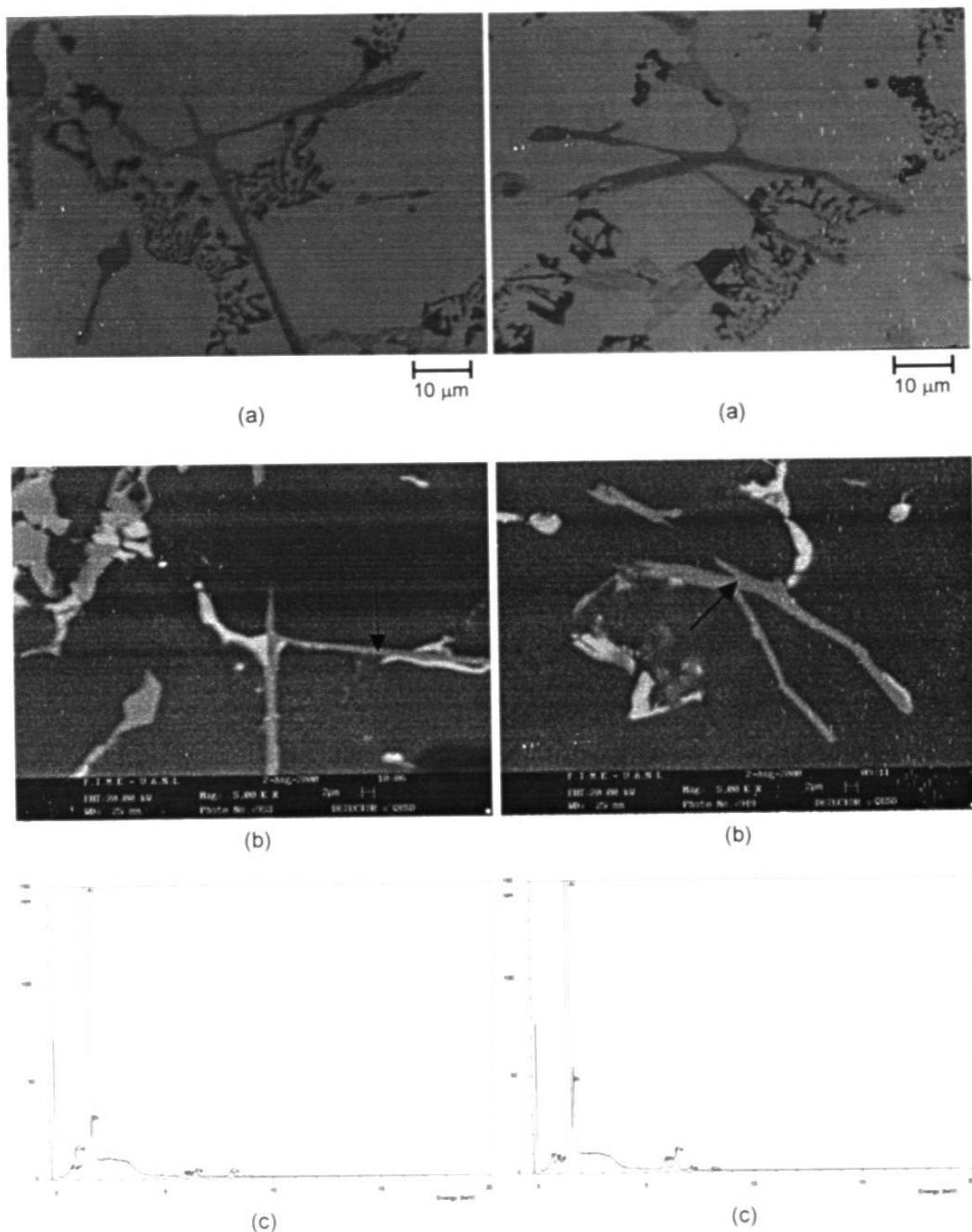


Figura C7. Fase 7 β (izquierda) y fase 8 β (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

Apéndice D

Efecto de las condiciones de vaciado sobre los parámetros microestructurales analizados en las fases ricas en Fe

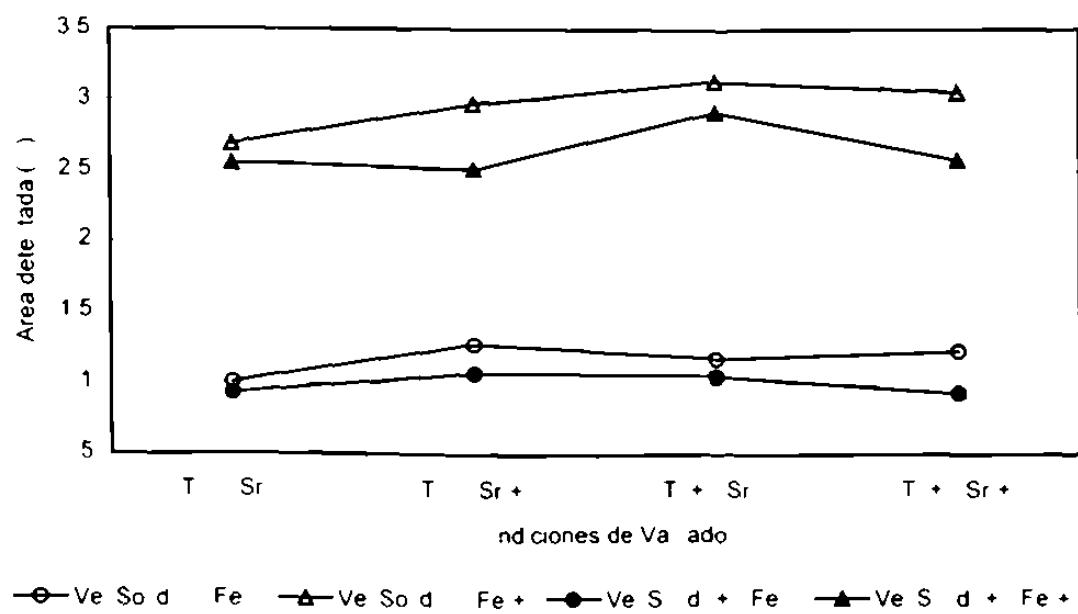


Figura D1. Efecto de las condiciones de vaciado sobre el área promedio detectada de todas las fases de alto contenido de Fe

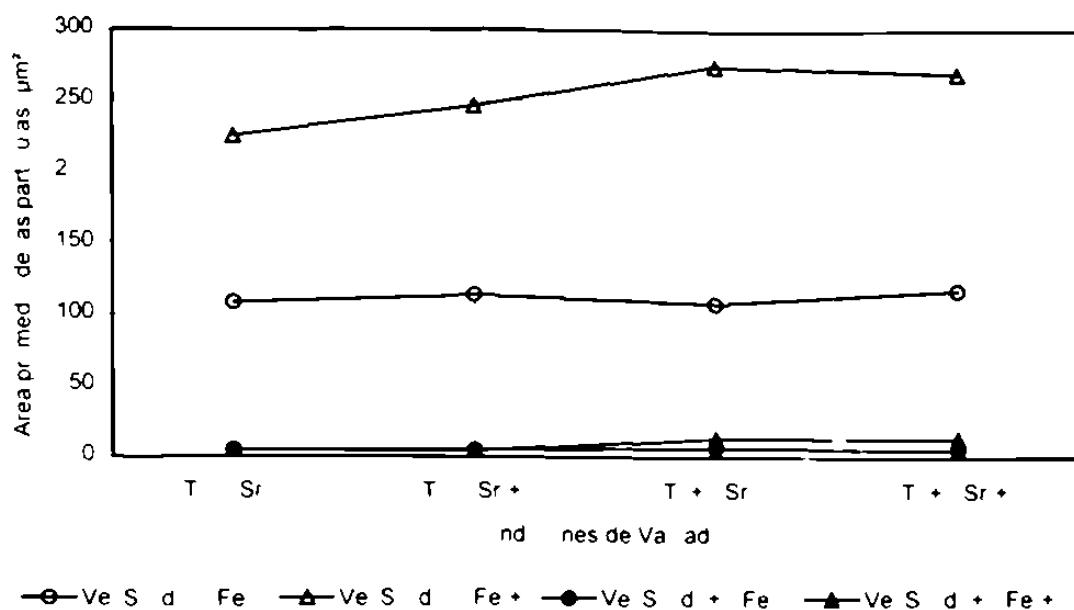


Figura D2. Efecto de as condiciones de vaciado sobre e área promedio de as part cu as de a to contendo de Fe

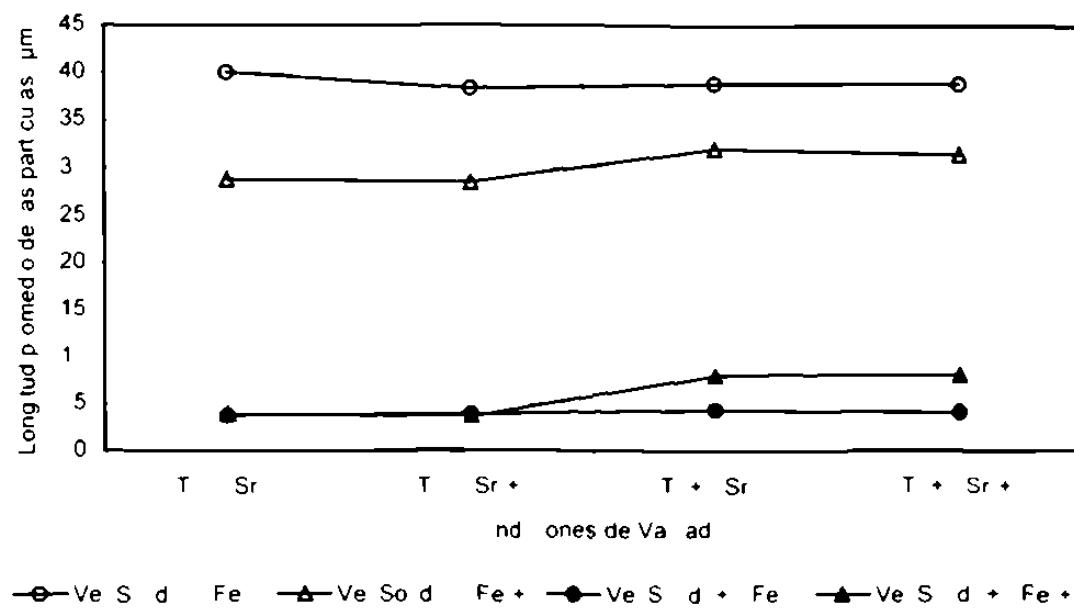


Figura D3. Efecto de as condiciones de vaciado s bre a ngitud promedio de as fases de a to contendo de Fe

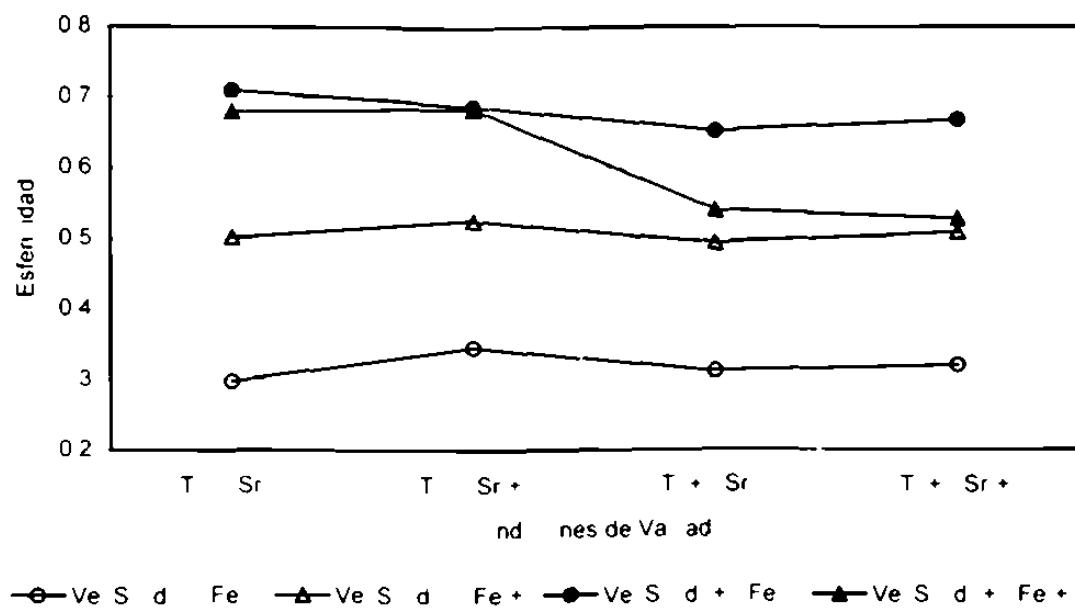


Figura D4. Efecto de las condiciones de vaporado sobre la esferidad de las fases de alto contenido de Fe

Apéndice E

Fotomicrografías de fases ricas en Fe

E.1. Fotomicrografías de muestras solidificadas en moldes de arena.

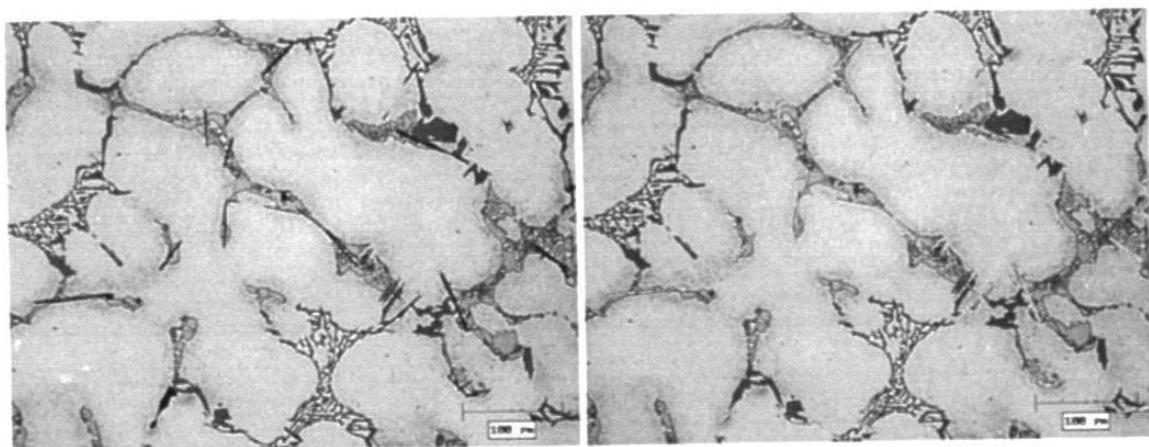


Figura E1. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 1 [Fe(-), Ti(-), Sr(-)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

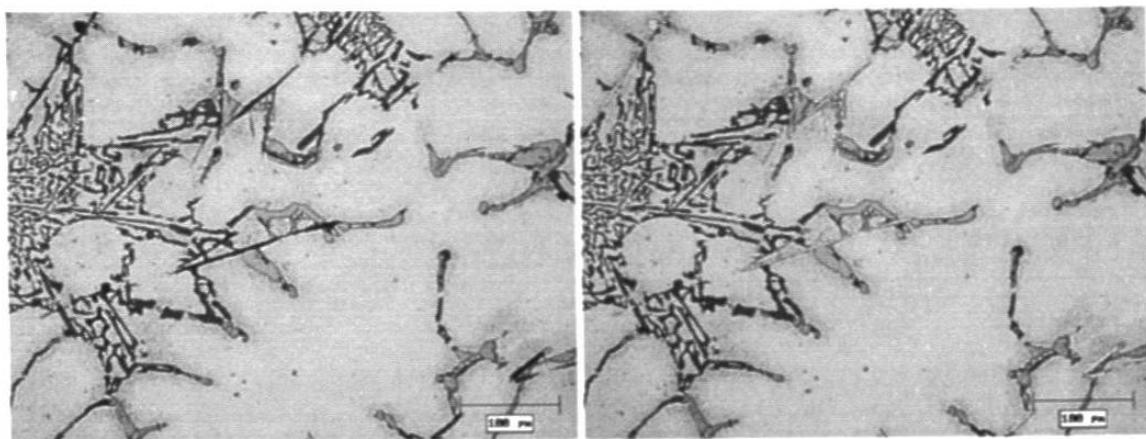


Figura E2. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 2 [Fe(-), Ti(-), Sr(+)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

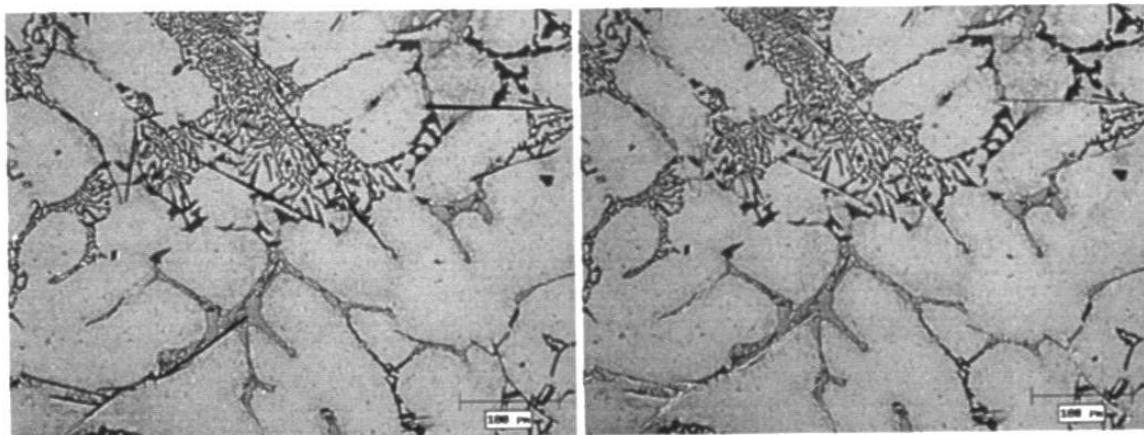


Figura E3. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 3 [Fe(-), Ti(+), Sr(-)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

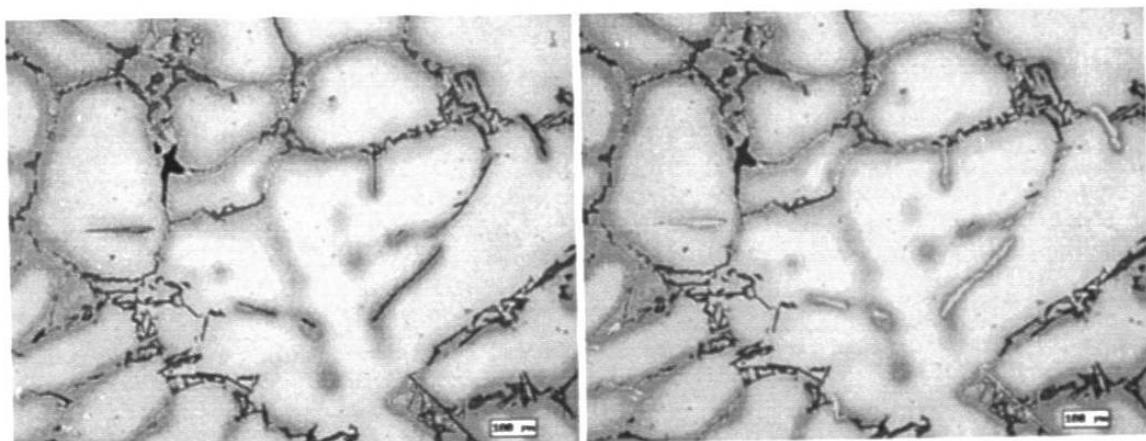


Figura E4. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 4 [Fe(-), Ti(+), Sr(+)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

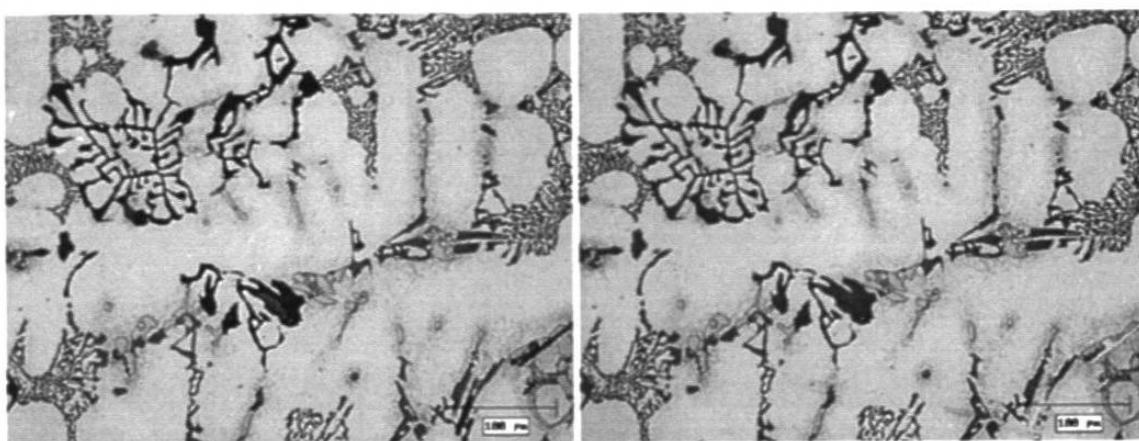


Figura E5. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 5 [Fe(+), Ti(-), Sr(-)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

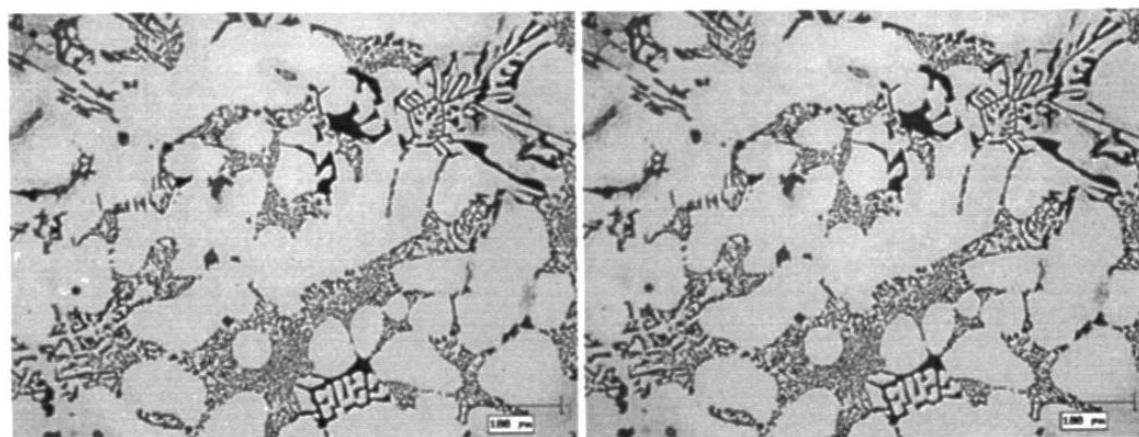


Figura E6. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 6 [Fe(+), Ti(-), Sr(+)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

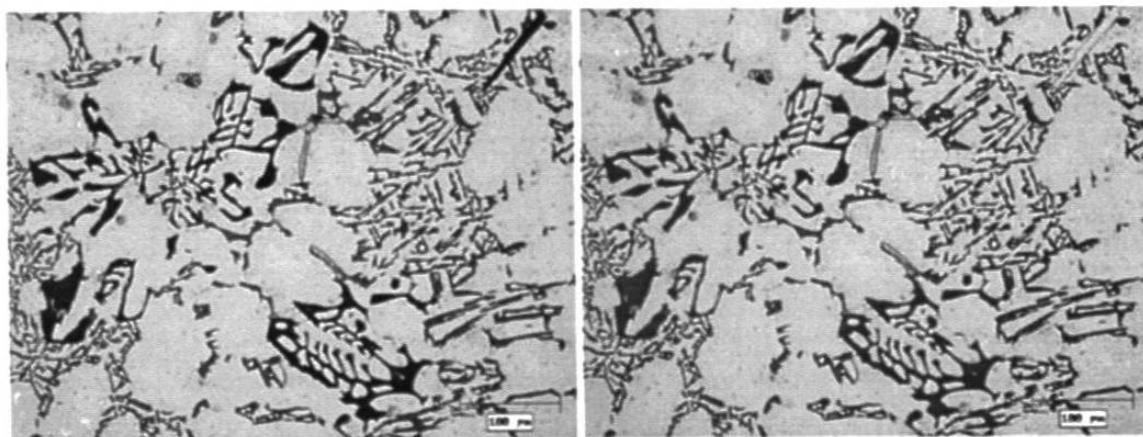


Figura E7. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 7 [Fe(+), Ti(+), Sr(-)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

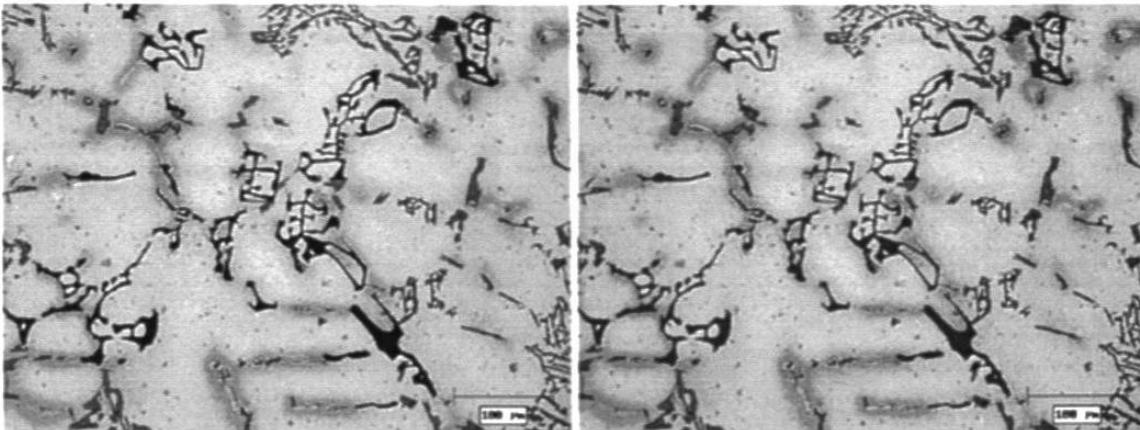


Figura E8. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 8 [Fe(+), Ti(+), Sr(+)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

E.2. Fotomicrografías de muestras solidificadas en molde metálico.

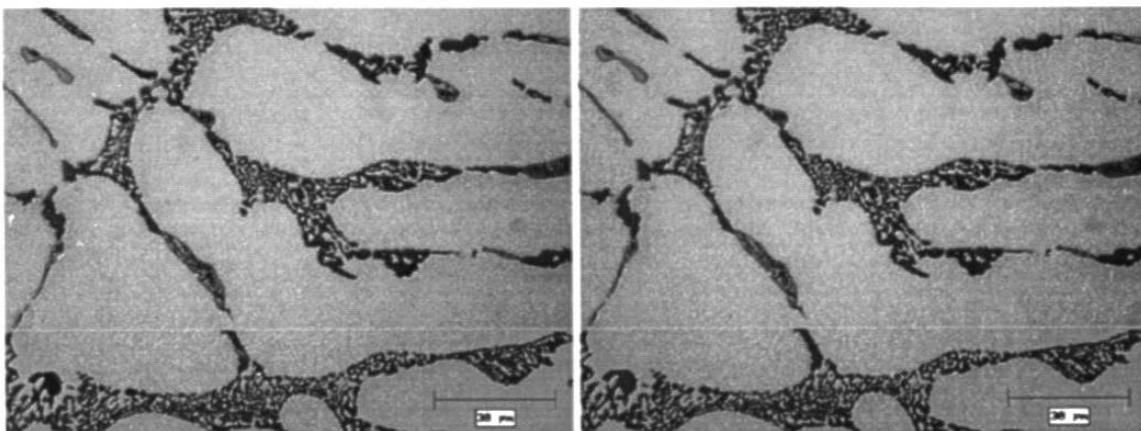


Figura E9. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 1 [Fe(-), Ti(-), Sr(-)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

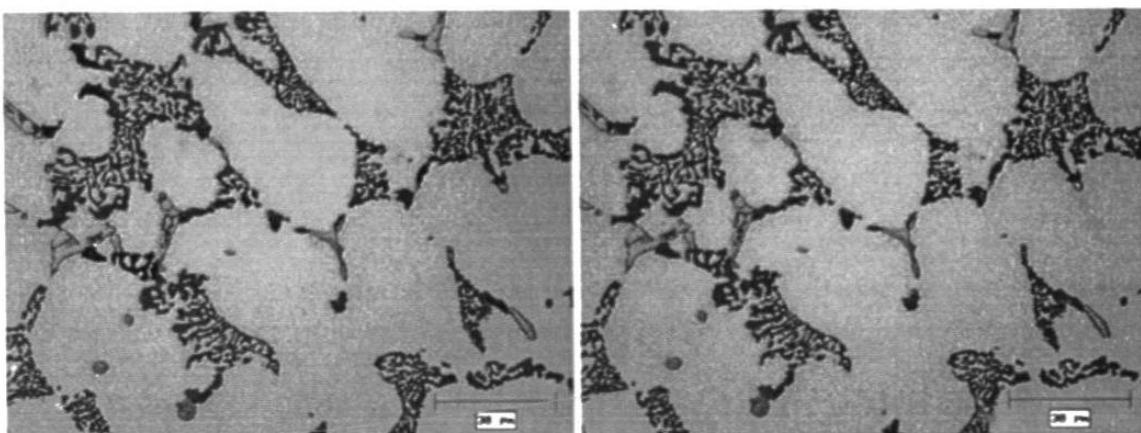


Figura E10. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 2 [Fe(-), Ti(-), Sr(+)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

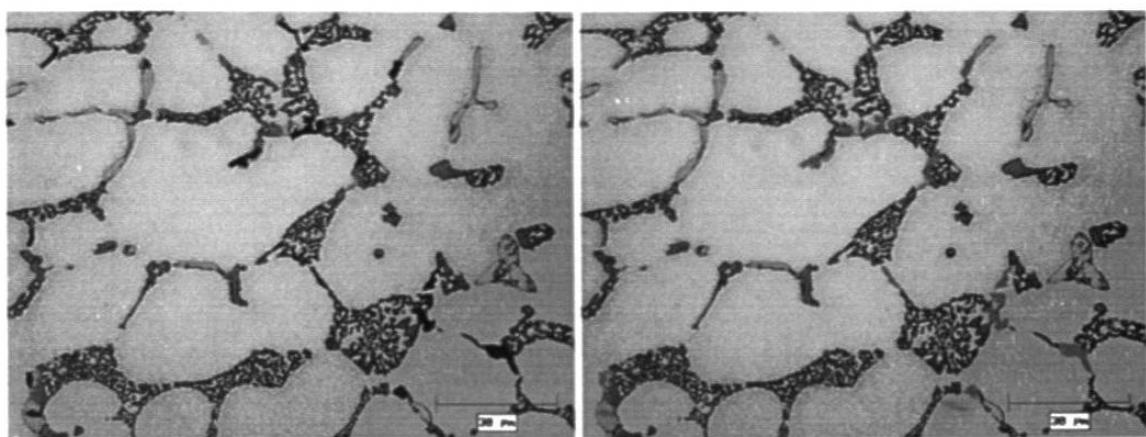


Figura E11. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 3 [Fe(-), Ti(+), Sr(-)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

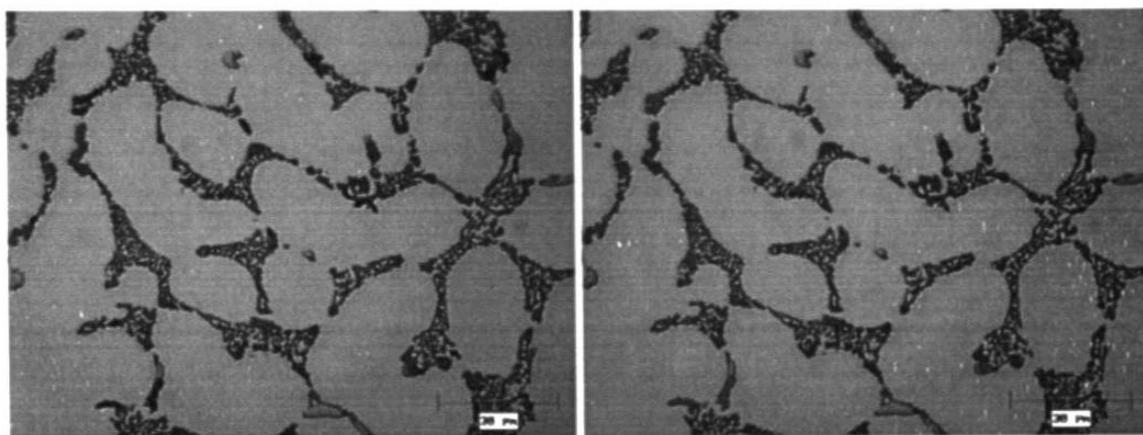


Figura E12. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 4 [Fe(-), Ti(+), Sr(+)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

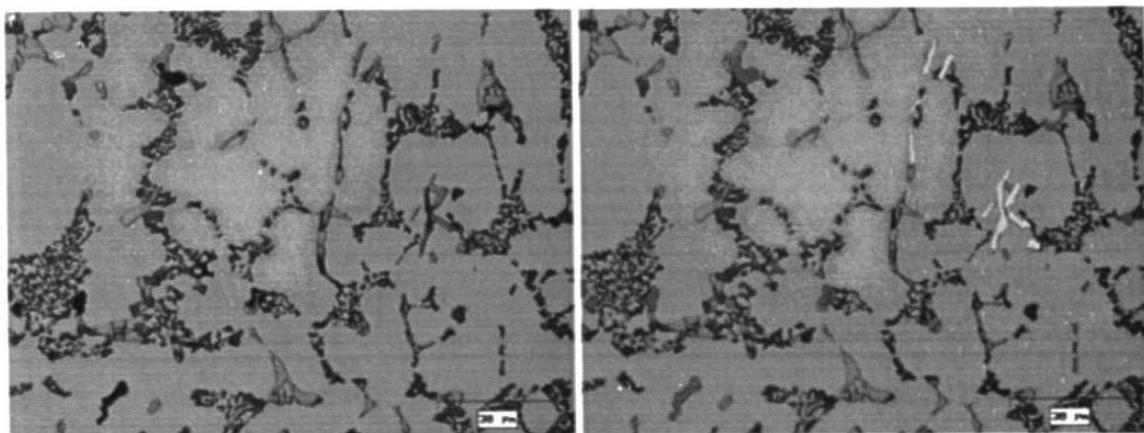


Figura E13. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 5 [Fe(+), Ti(-), Sr(-)], muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

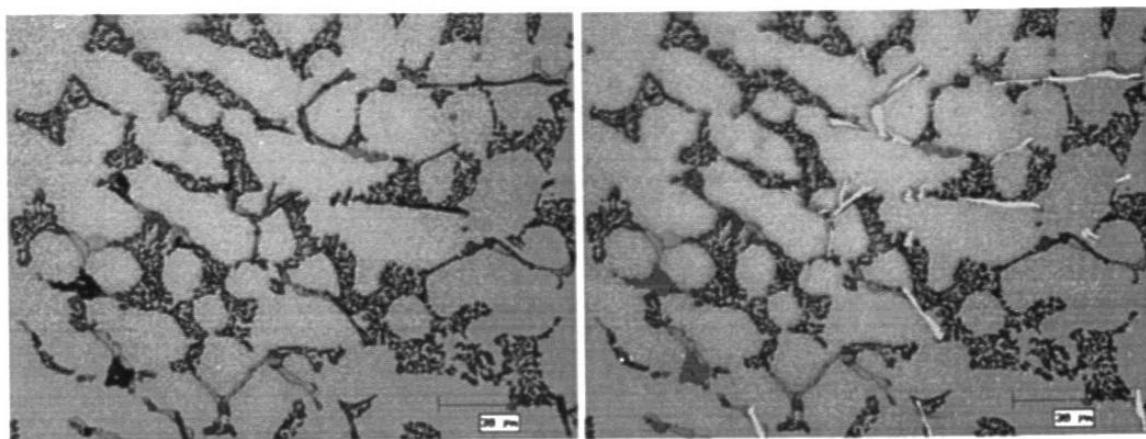


Figura E14. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 6 [Fe(+), Ti(-), Sr(+)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

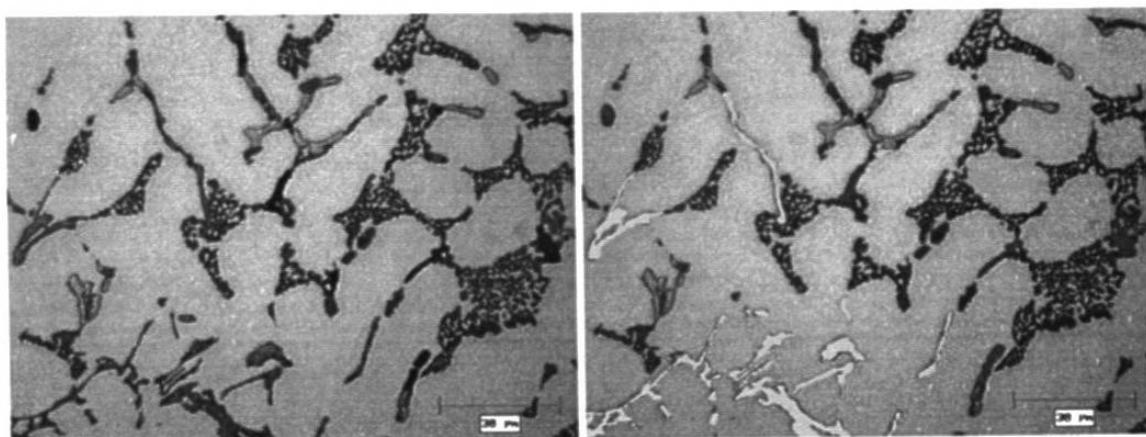


Figura E15. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 7 [Fe(+), Ti(+), Sr(-)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

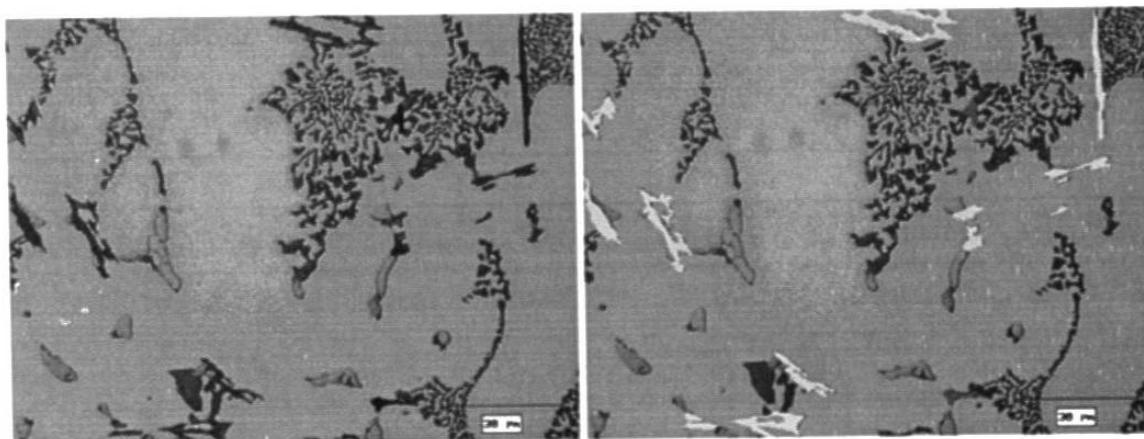


Figura E16. Fotomicrografías de fases ricas en Fe de la prueba 8 [Fe(+), Ti(+), Sr(+)]. muestra atacada químicamente (izquierda) y después de análisis de imagen (derecha).

Apéndice F

**Efecto del Fe, Ti y Sr sobre los parámetros
microestructurales analizados de las fases ricas
en Fe**

F.1. Muestras solidificadas en moldes de arena.

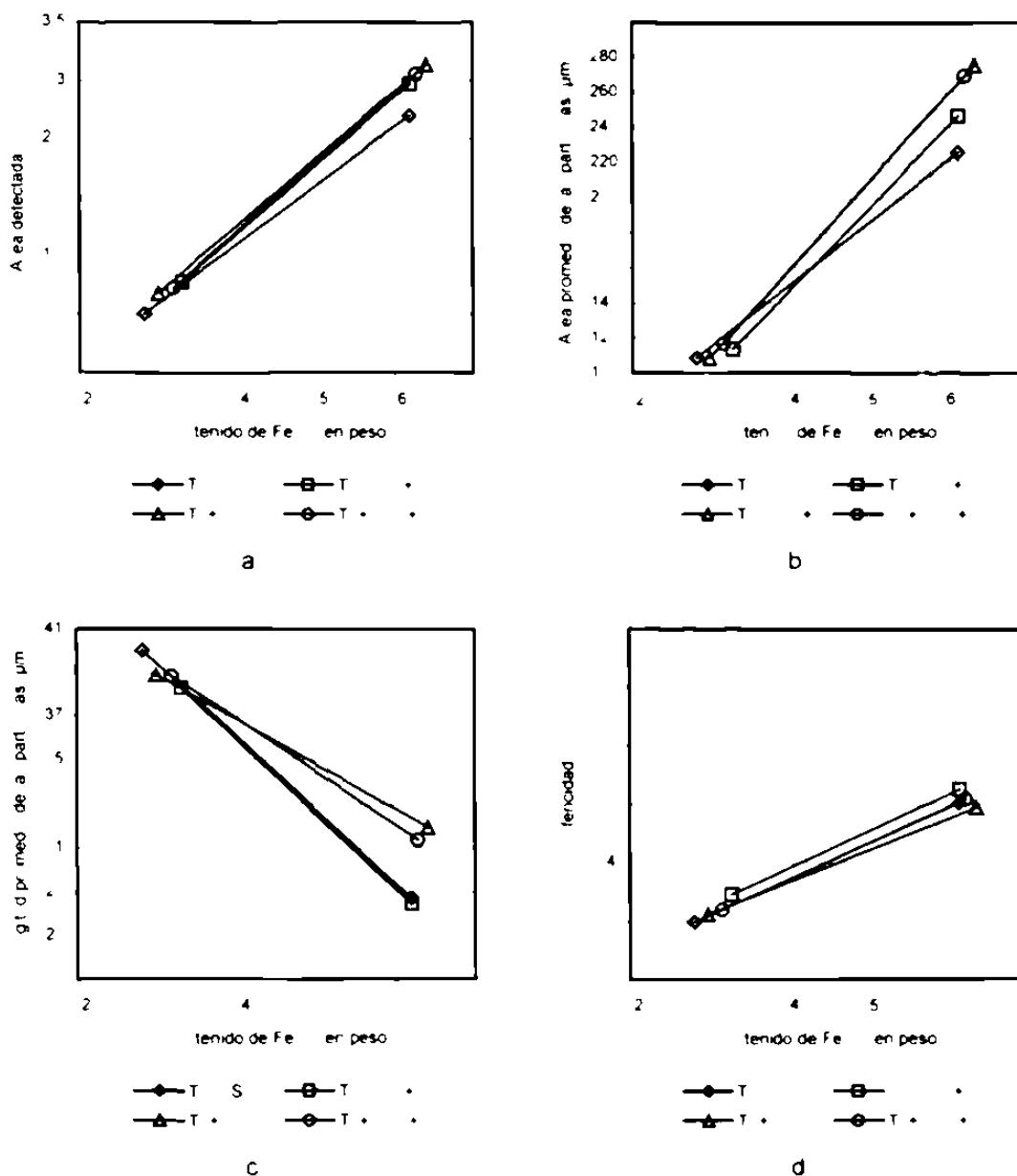


Figura F1. Efecto de Fe y as condic nes de vaciado sobre os parmetros microestructurales medidas de todas as fases de at contendo de Fe de muestras solidificadas entamente a. Area detectada b. Area promedio de las partculas. Longitud promedio de las partculas y d. Esferidad de las partculas

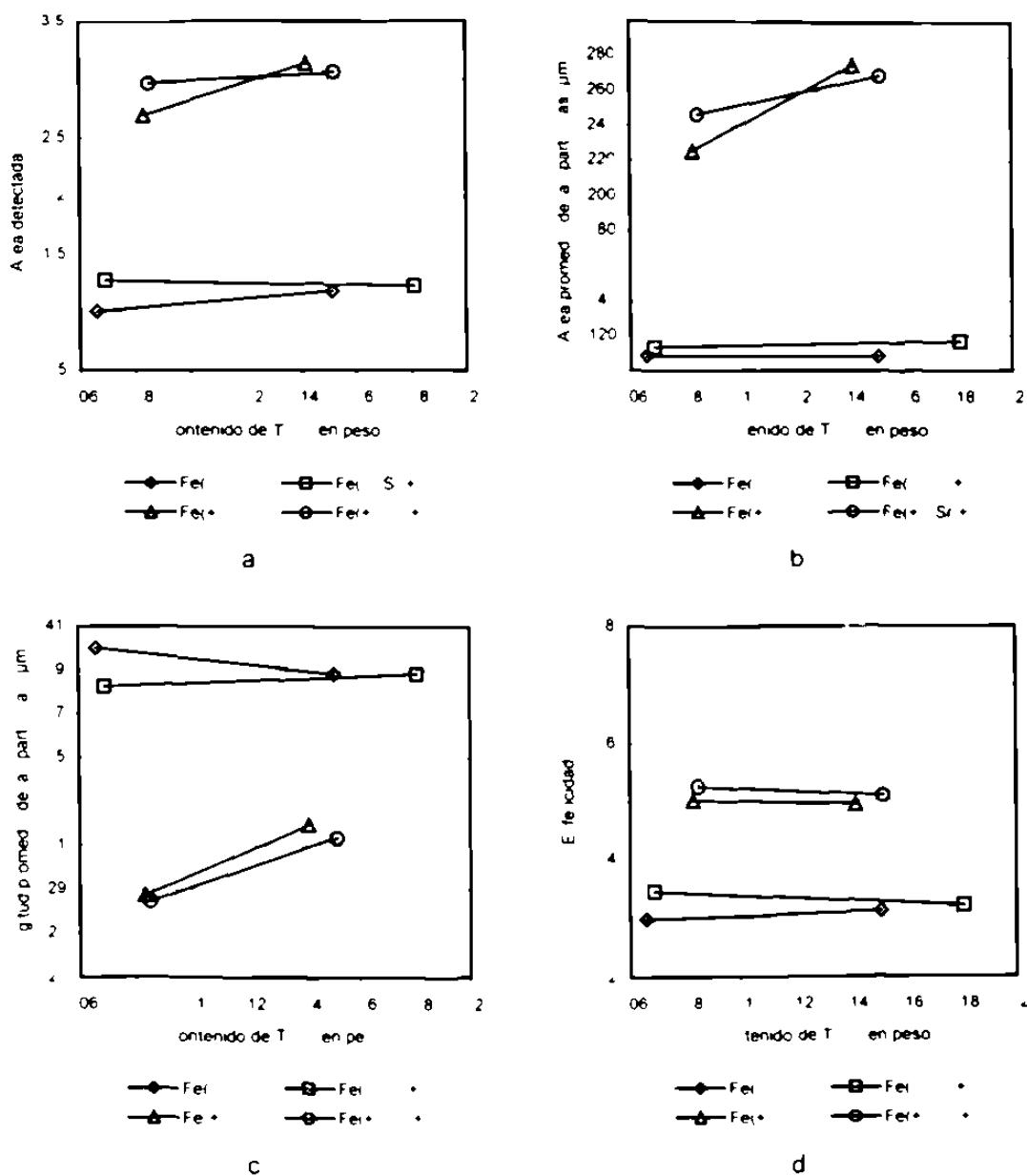


Figura F2. Efecto de T y las condiciones de vaciado sobre los parámetros microestructurales medidos de todas las fases de alto contenido de Fe de muestras difcadas entamente a Área detectada b Área promedio de las partículas c Longitud promedio de las partículas y d Esfericidad de las partículas

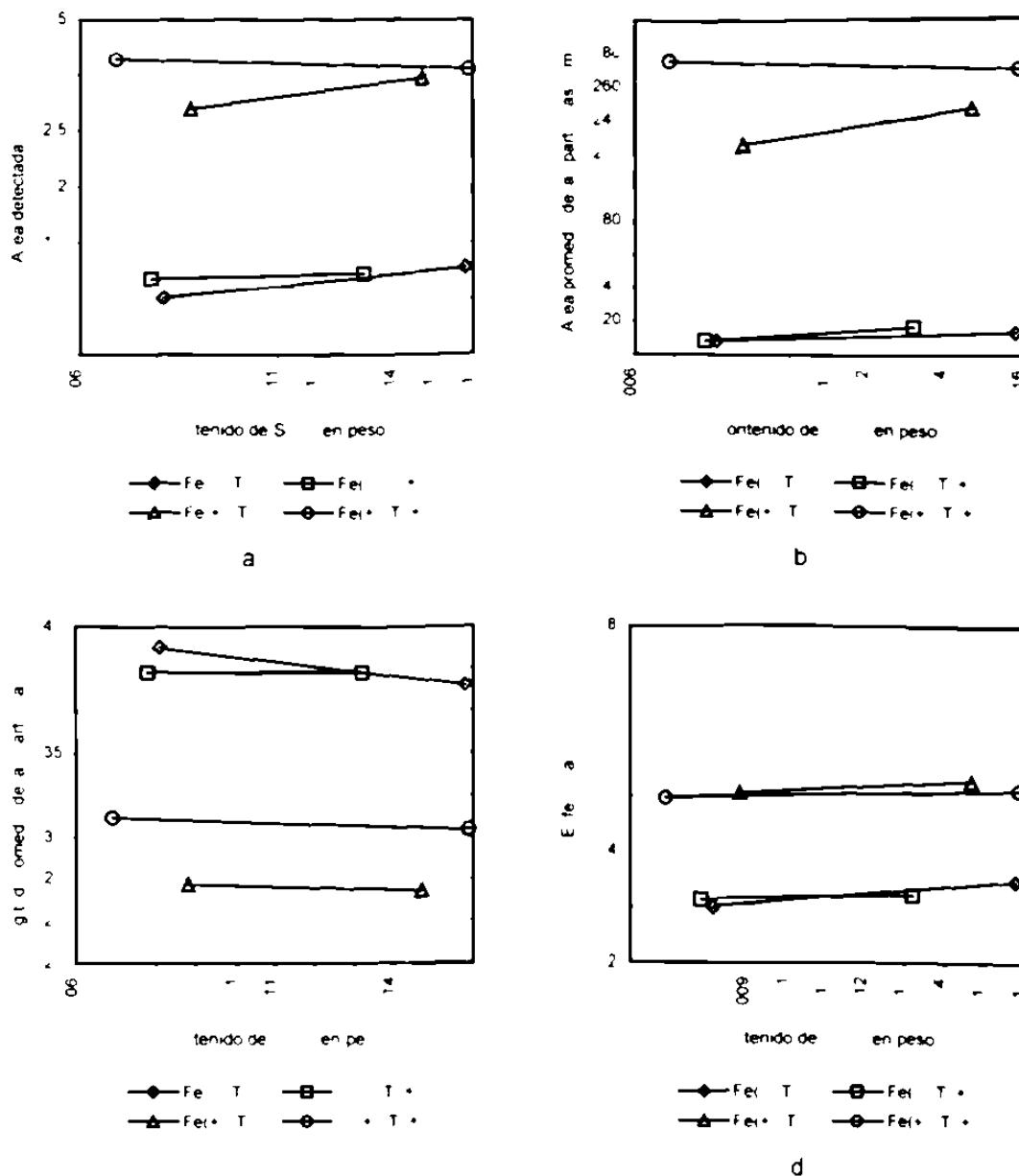


Figura F3. Efecto de Sr y as condiciones de vaciado sobre os parámetros microestructurais medidas de todas as fases de at. Contendo de Fe de muestas difadas entamente a: a) Área detectada; b) Área promedio das partículas; c) Longitud promedio das partículas; y d) Esferidad das partículas.

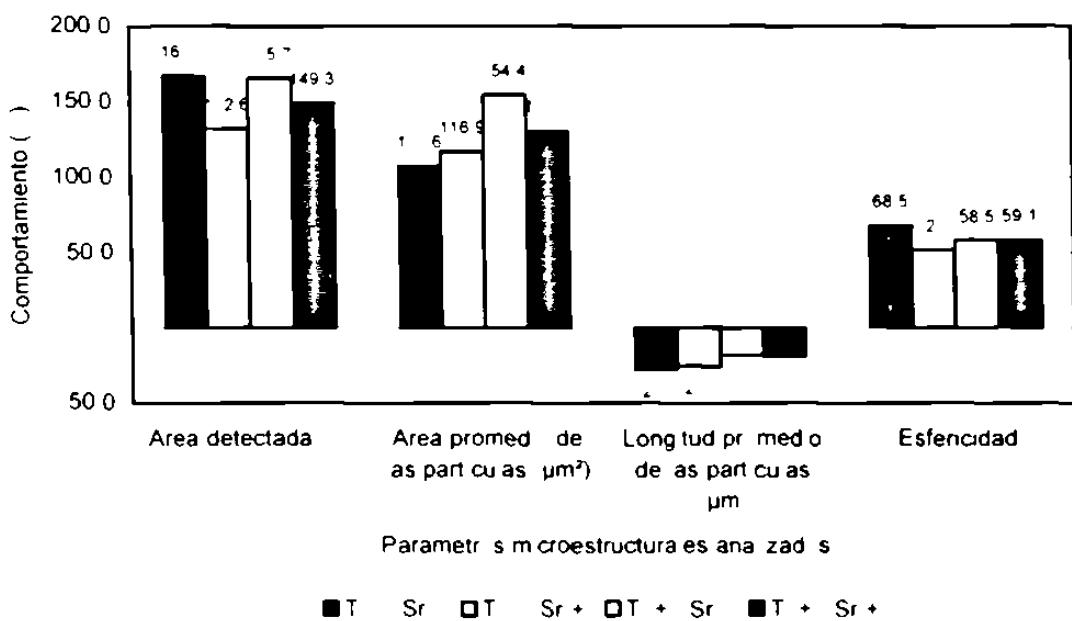


Figura F4. Efecto de incremento de Fe sobre os parámetros microestructurales analizados de as fases de alto contenido de Fe

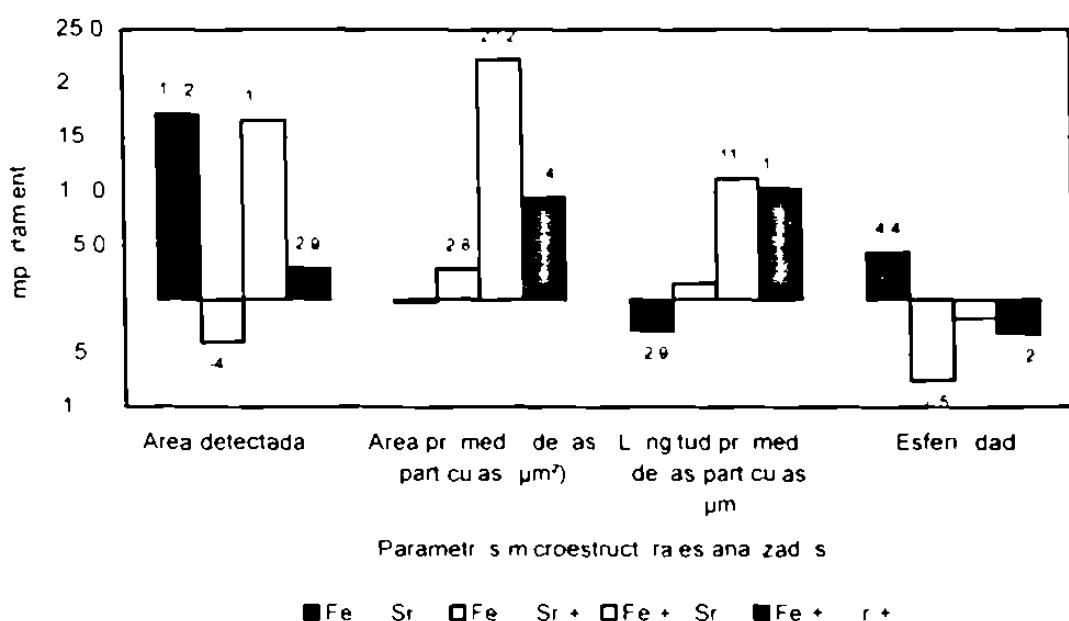


Figura F5. Efecto de incremento de T sobre os parámetros microestructurales analizados de as fases de alto contenido de Fe

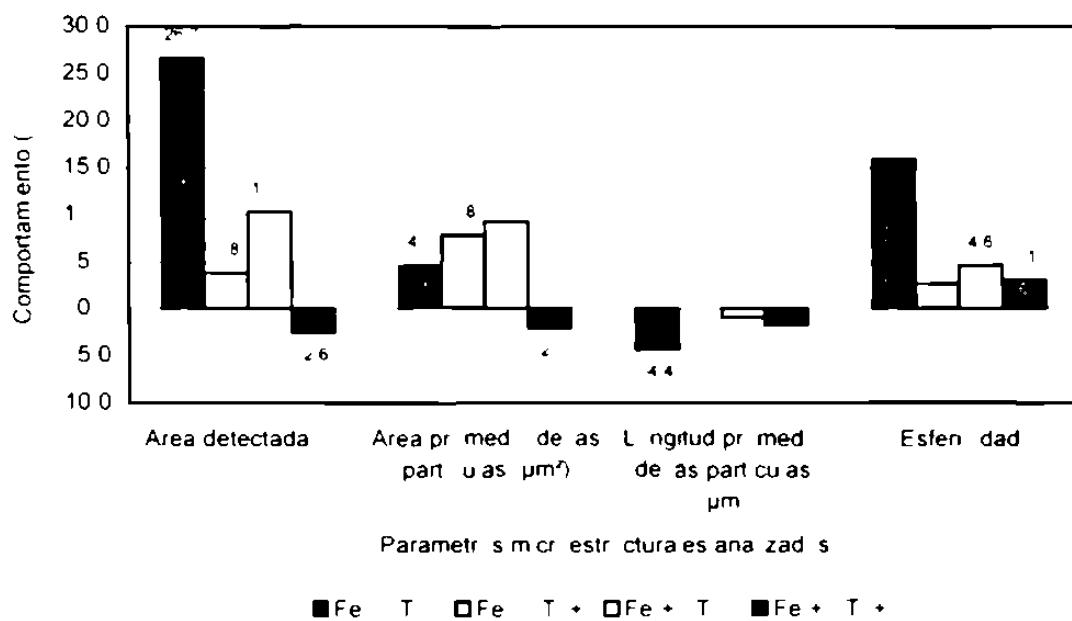


Figura F6. Efecto del contenido de Sr sobre los parámetros microestructurales analizados de las fases de alto contenido de Fe

F.2. Muestras solidificadas en moldes metálicos.

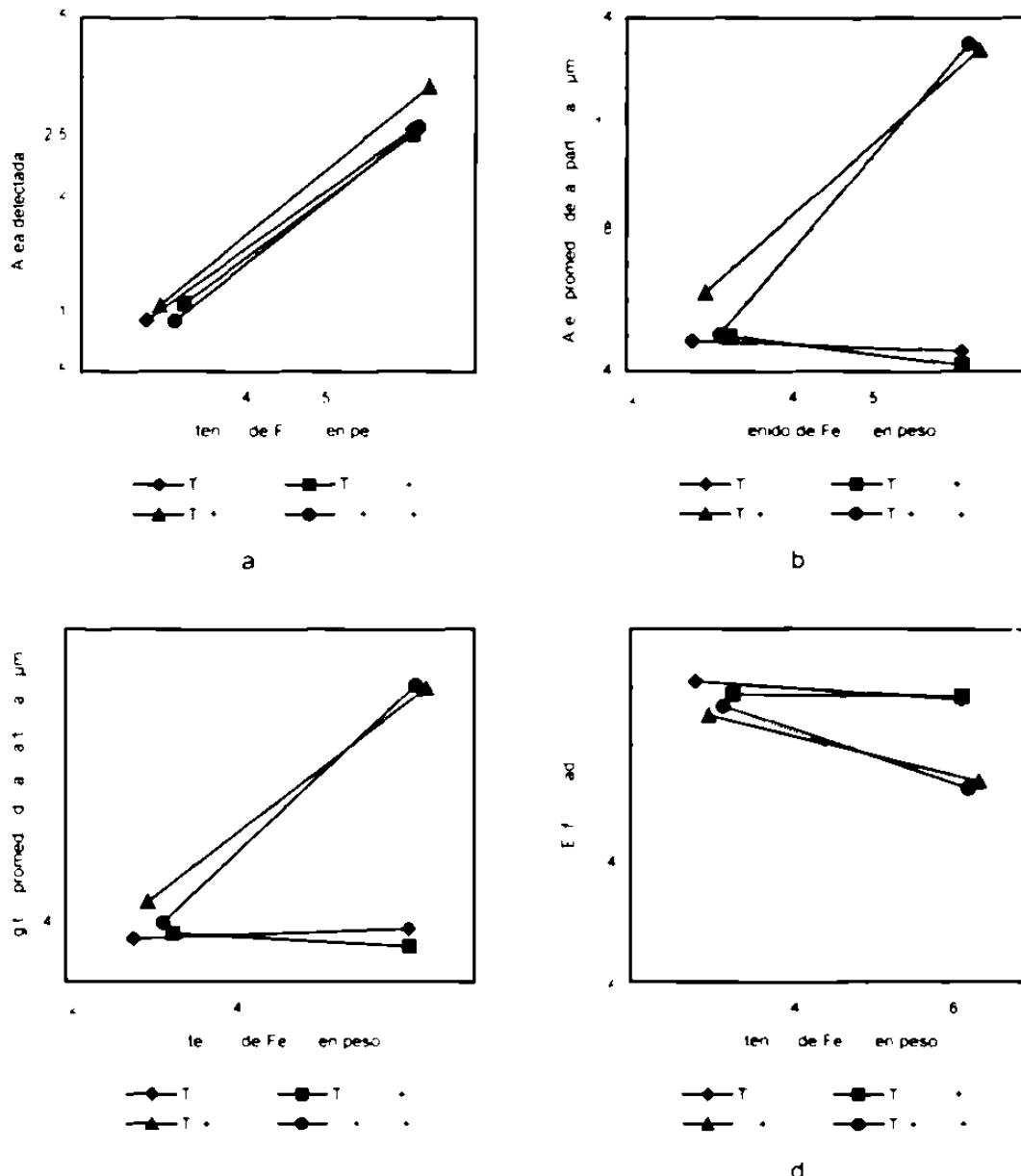


Figura F7. Efecto de Fe y las velocidades de enfriamiento sobre los parámetros microestructurales medidas de las fases de alto contenido de Fe de muestras solidificadas rápidamente a) Área detectada b) Área promedio de las partículas c) Longitud promedio de las partículas y d) Esferidad de las partículas

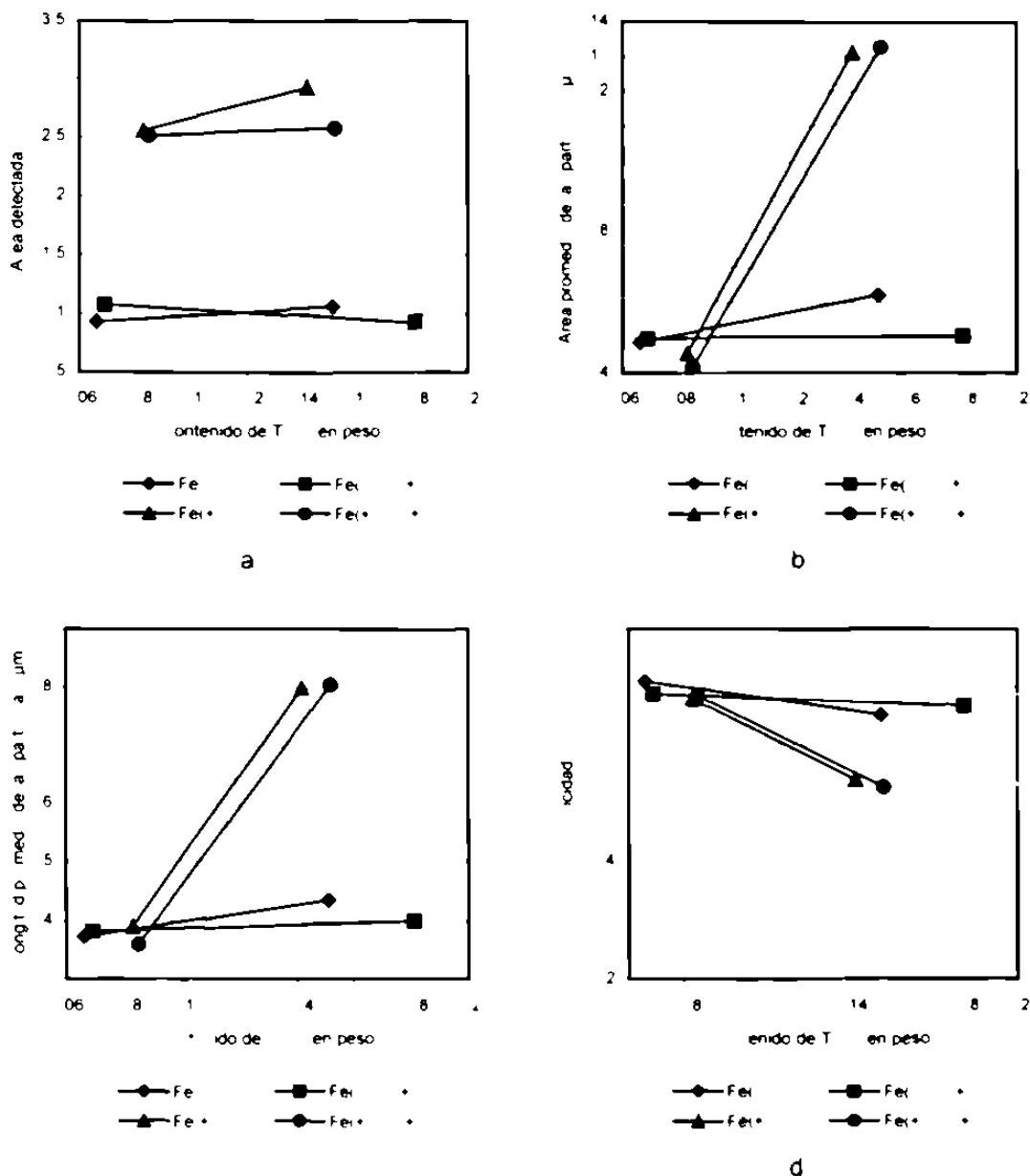


Figura F8. Efecto de T y as nadas de vacado s bre os parámetros microestructurales medidos de t das as fases de at contendo de Fe de muestras so dficadas rápidamente a. Área detectada b. Área promed de las partculas c. Longitud promedio de las partculas d. Esferidad de las partculas

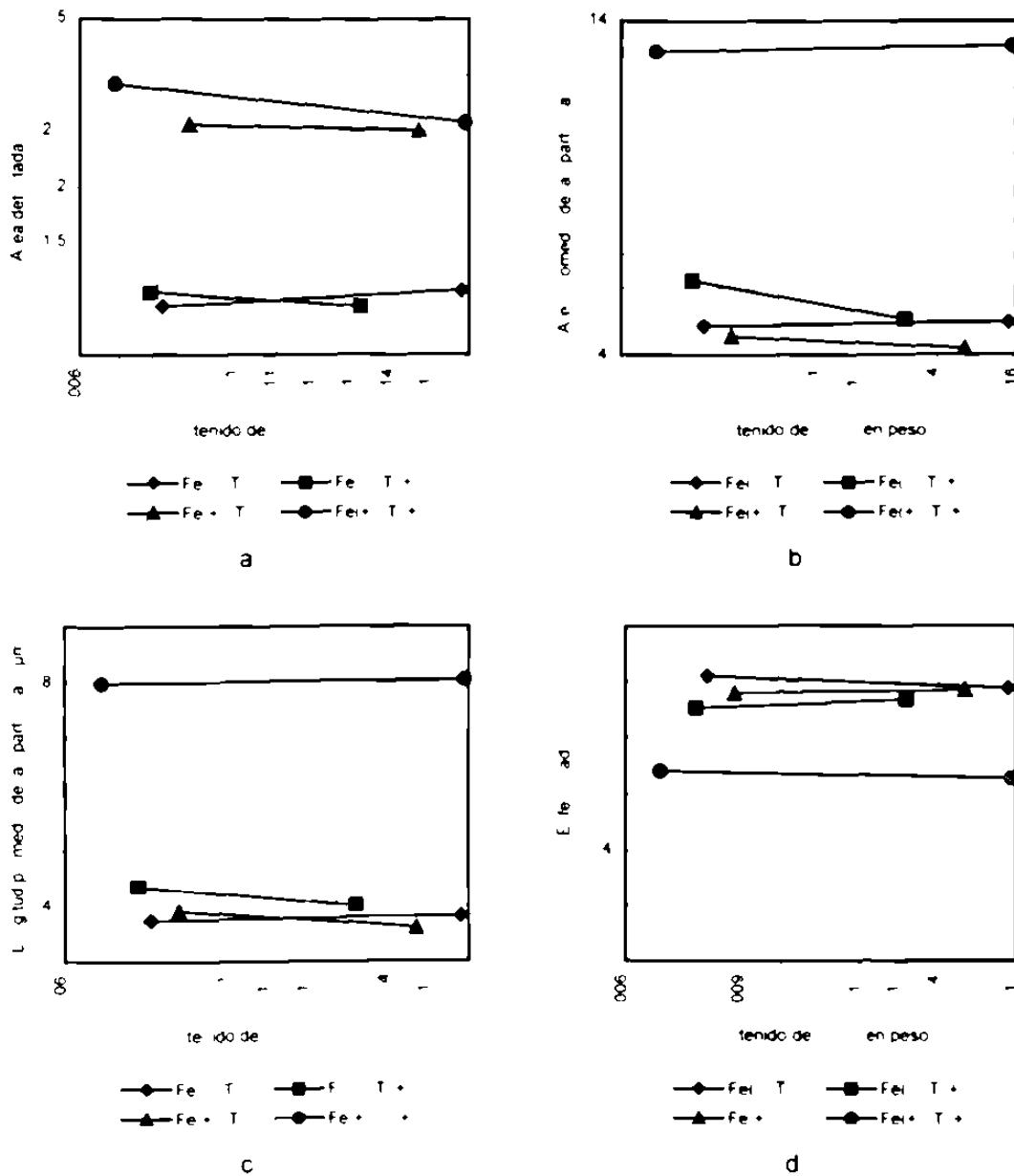


Figura F9. Efecto de Sr y las condiciones de vaciado sobre los parámetros morfológicos medidos de las fases de arranque de Fe de muestras soportadas rápidamente a) Área detectada b) Área promedio de las partes c) Longitud promedio de las partes y d) Esferidad de las partes

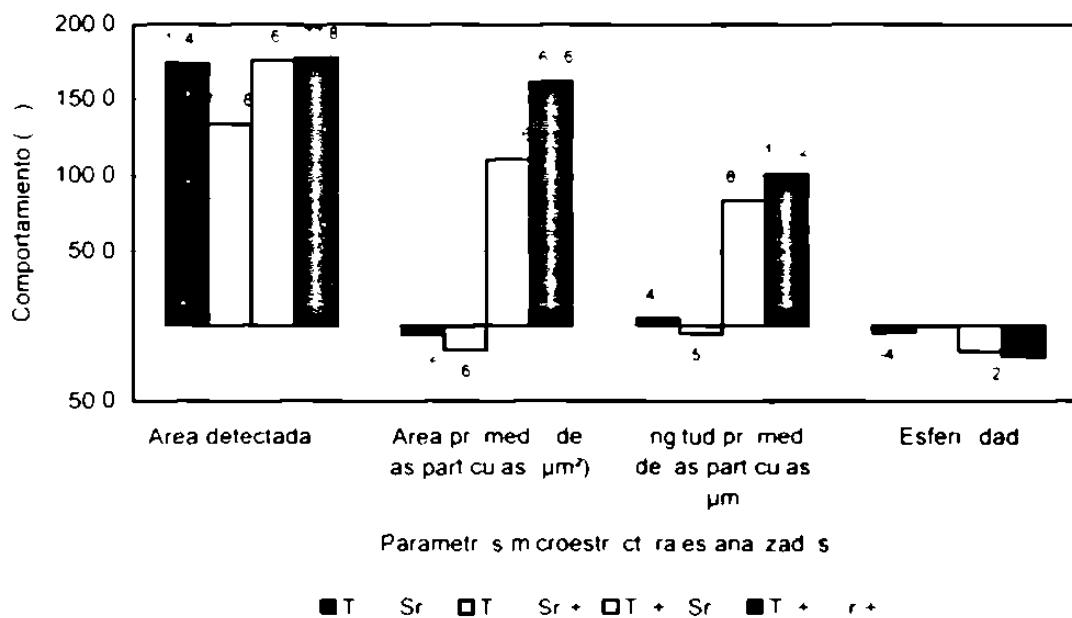


Figura F10. Efecto de nreimiento de Fe s bre s parámetros m roestructurales analizados de las fases de a to contenido de Fe

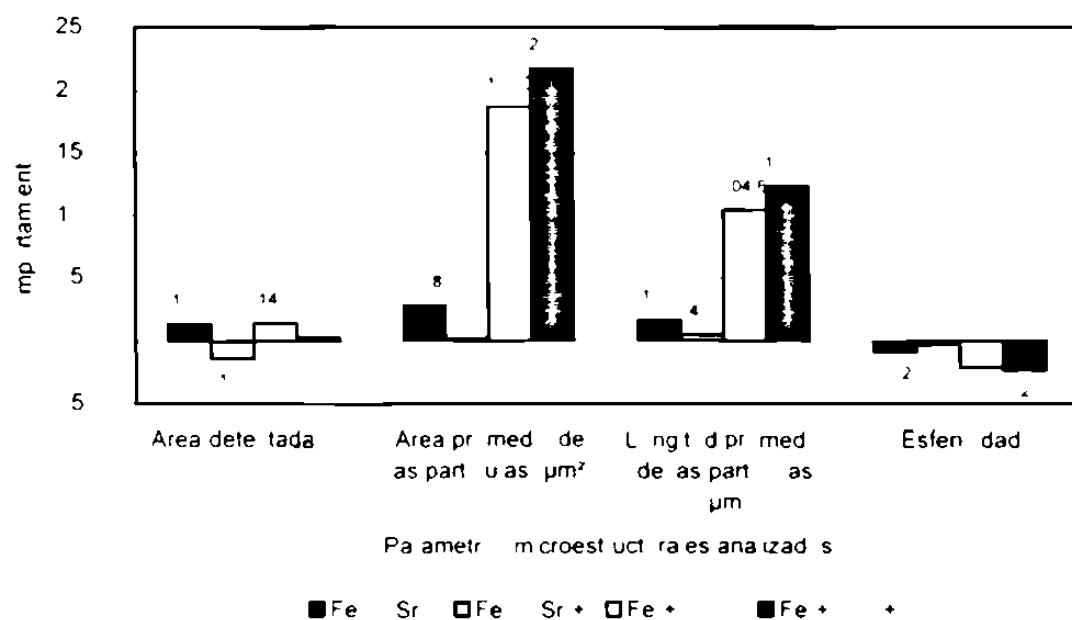


Figura F11. Efecto de nreimiento de T s bre s parámetros m roestructurales analizados de las fases de a to contenido de Fe

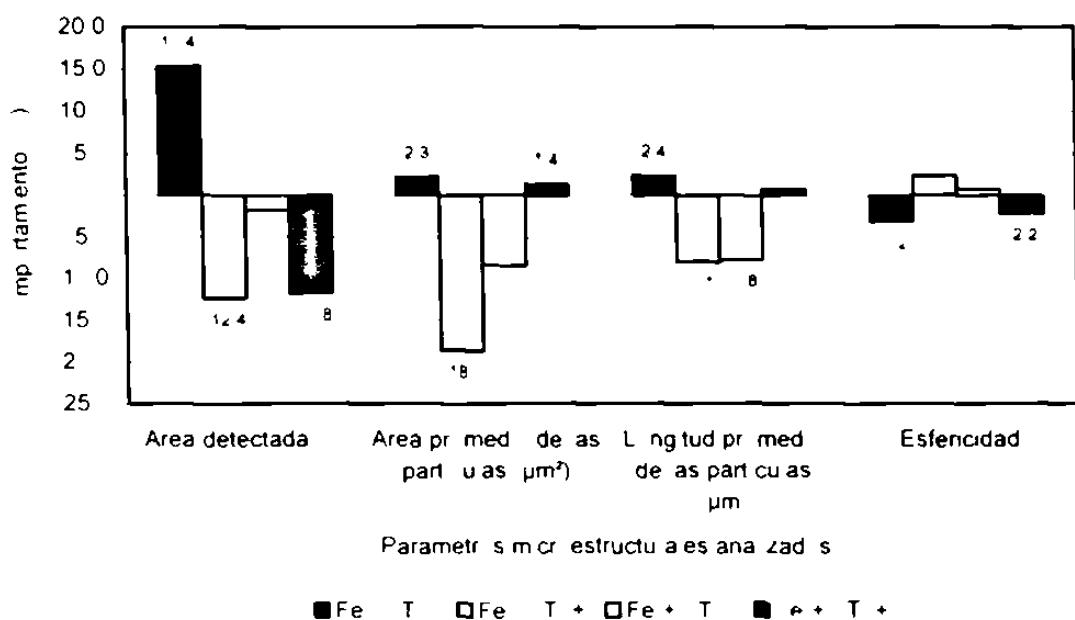


Figura F12. Efecto del contenido de Sr sobre los parámetros microestructurales de las fases de alto contenido de Fe

Apéndice G

**Fotomicrografías, imágenes y espectros de las
fase ricas en Cu analizadas químicamente**

G.1. Muestras solidificadas en moldes de arena y bajo contenido de Fe.

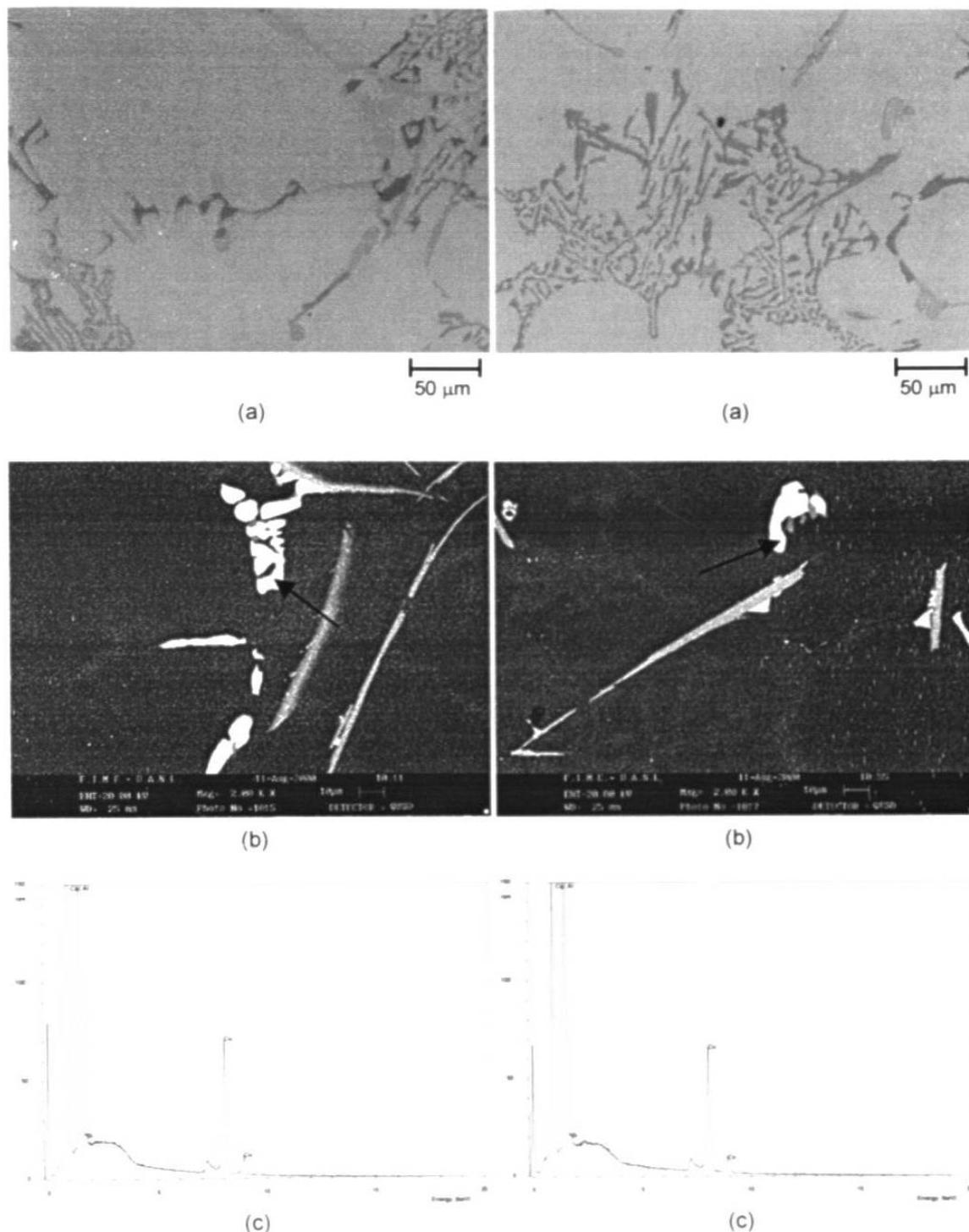


Figura G1. Fase 1 (izquierda) y fase 2 (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

G.2. Muestras solidificadas en moldes de arena y alto contenido de Fe.

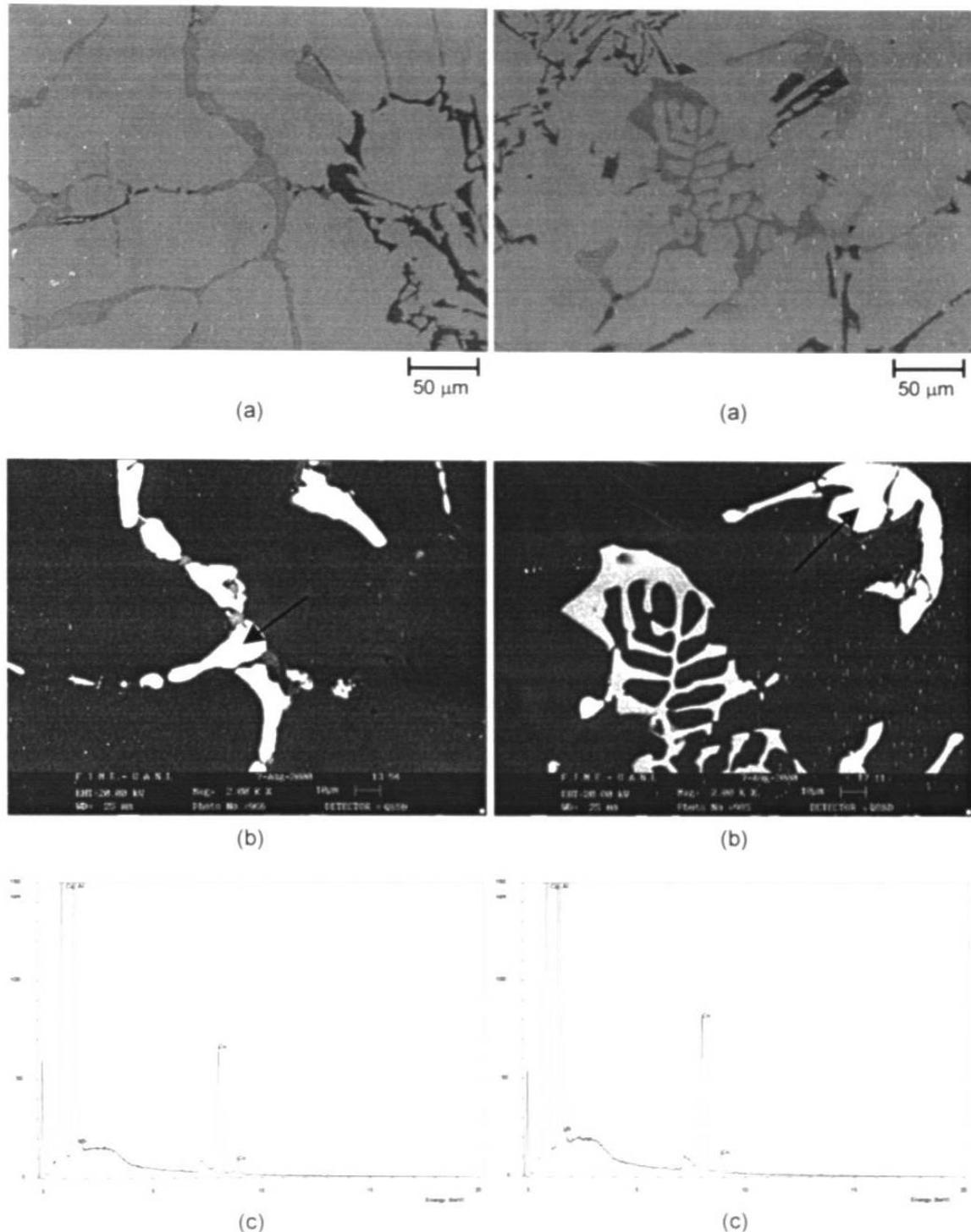


Figura G2. Fase 3 (izquierda) y fase 4 (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

G.3. Muestras solidificadas en moldes metálicos y bajo contenido de Fe.

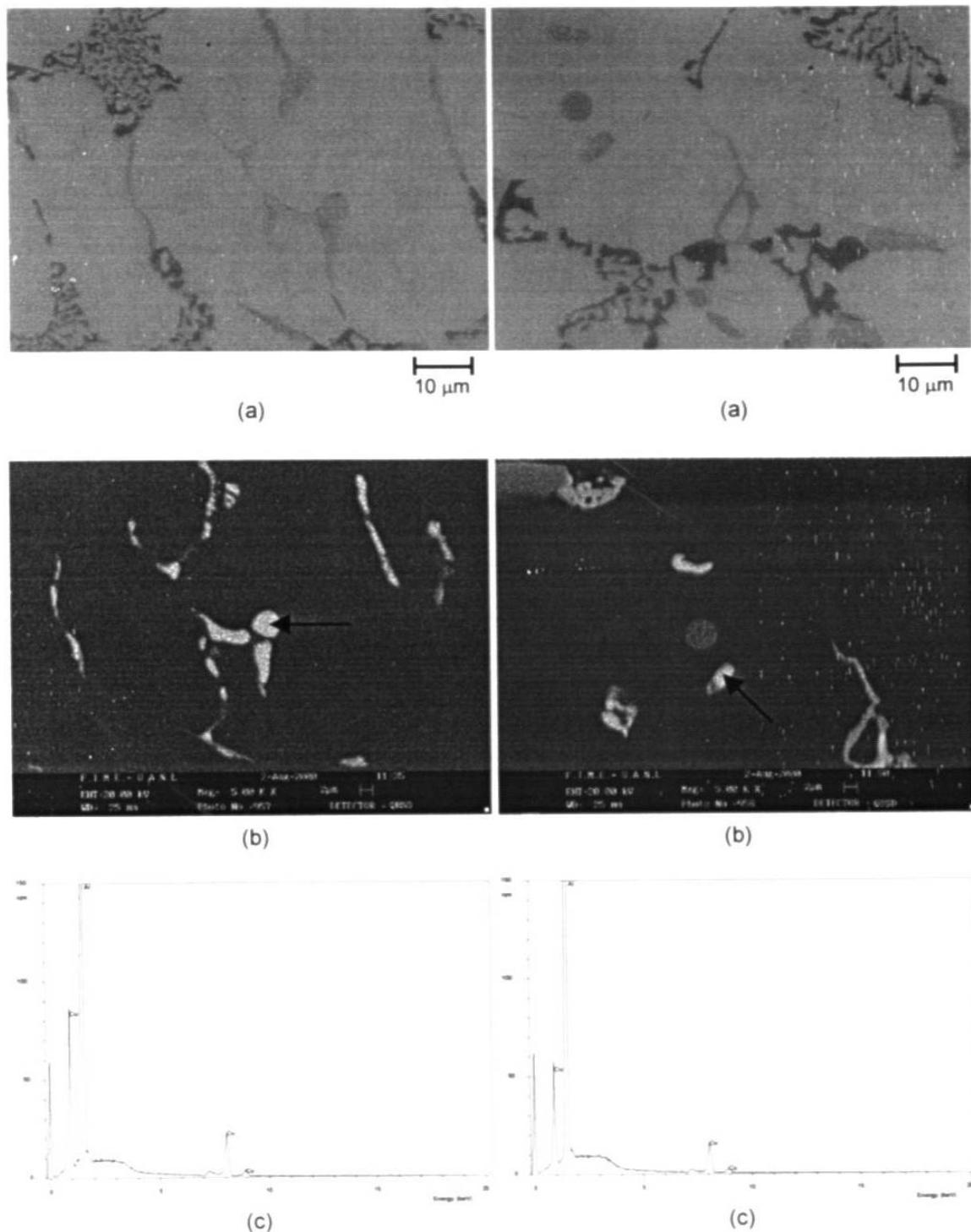


Figura G3. Fase 5 (izquierda) y fase 6 (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

G.4. Muestras solidificadas en moldes metálicos y alto contenido de Fe.

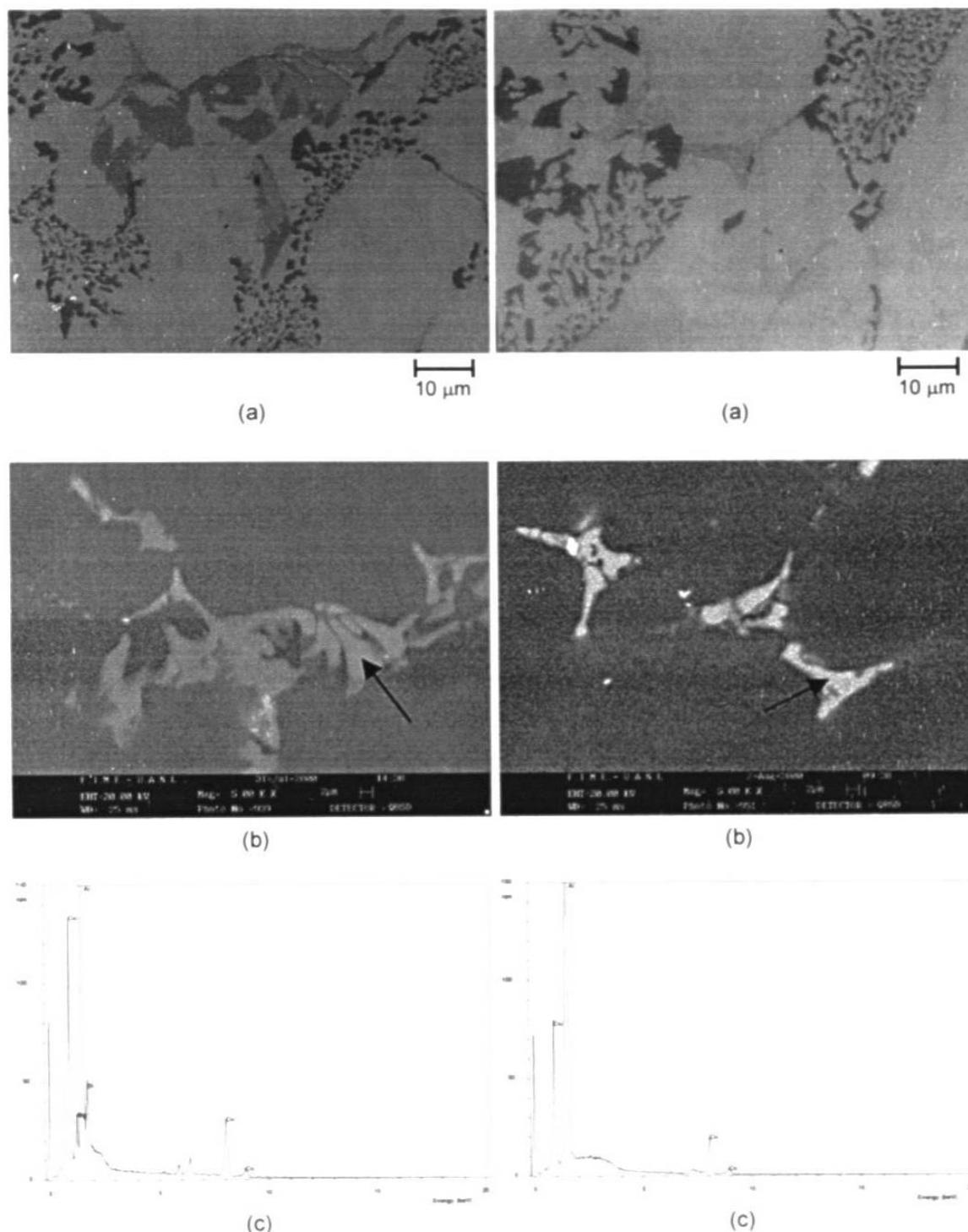


Figura G4. Fase 7 (izquierda) y fase 8 (derecha). a) Fotomicrografías a 200x, b) Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido y c) Espectros correspondientes.

Apéndice H

Efecto de las condiciones de vaciado sobre los parámetros microestructurales analizados en las fases ricas en Cu para las muestras en la condición de vaciado

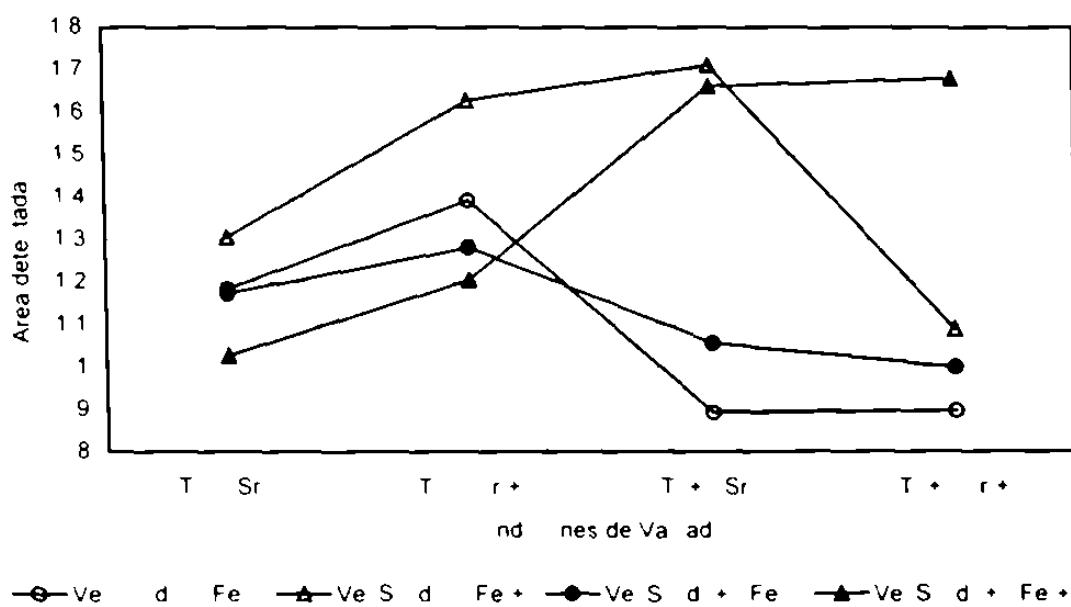


Figura H1. Efecto de las condiciones de vaciado sobre el área promedio detectada de todas las fases de alto contenido de Cu

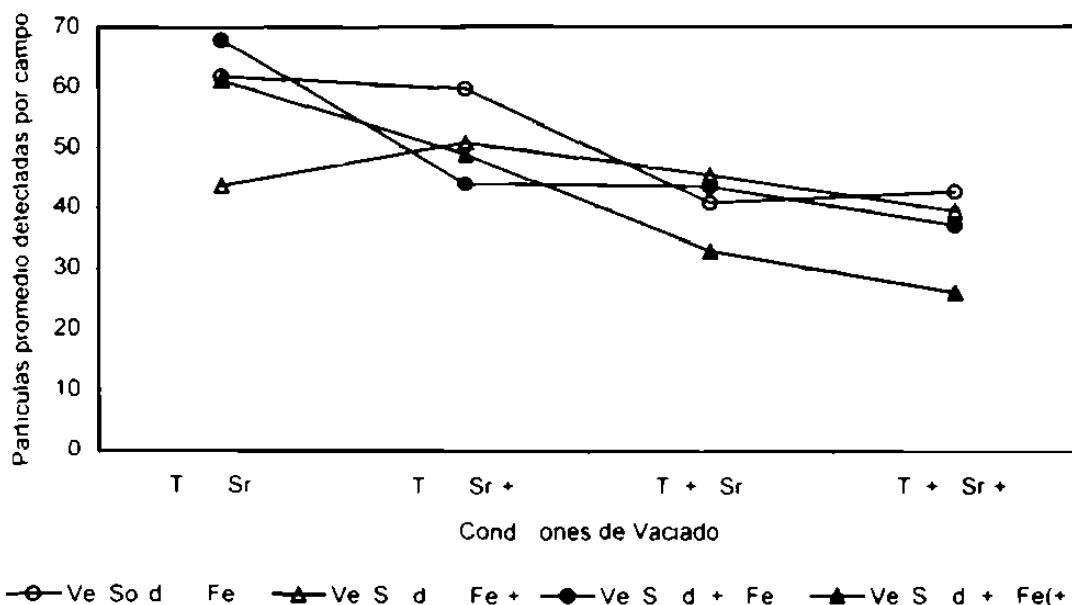


Figura H2 Efecto de las condiciones de vaciado sobre la cantidad e promedio de las partículas de alto contenido de Cu detectadas por campo

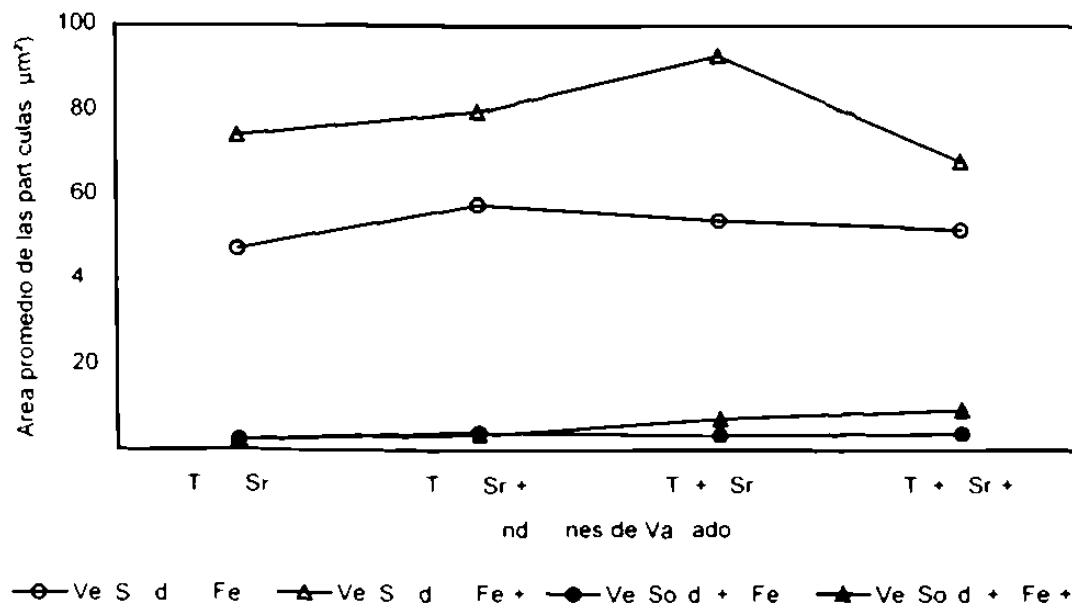


Figura H3. Efecto de las condiciones de vaciado sobre el área promedio de las partículas de alto contenido de Cu

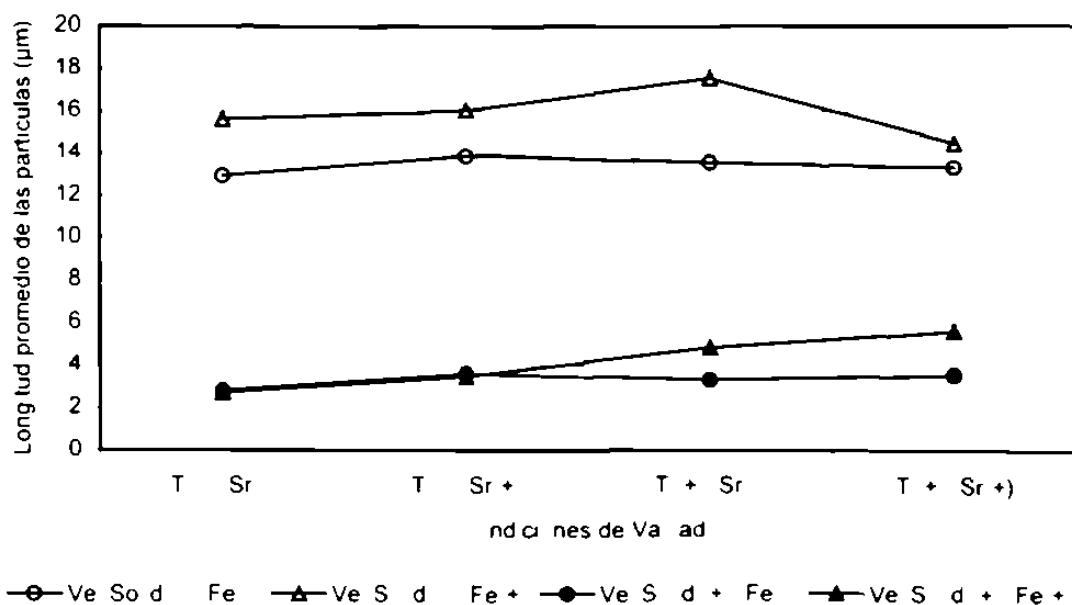


Figura H4. Efecto de las condiciones de vaciado sobre la longitud promedio de las fases de alto contenido de Cu

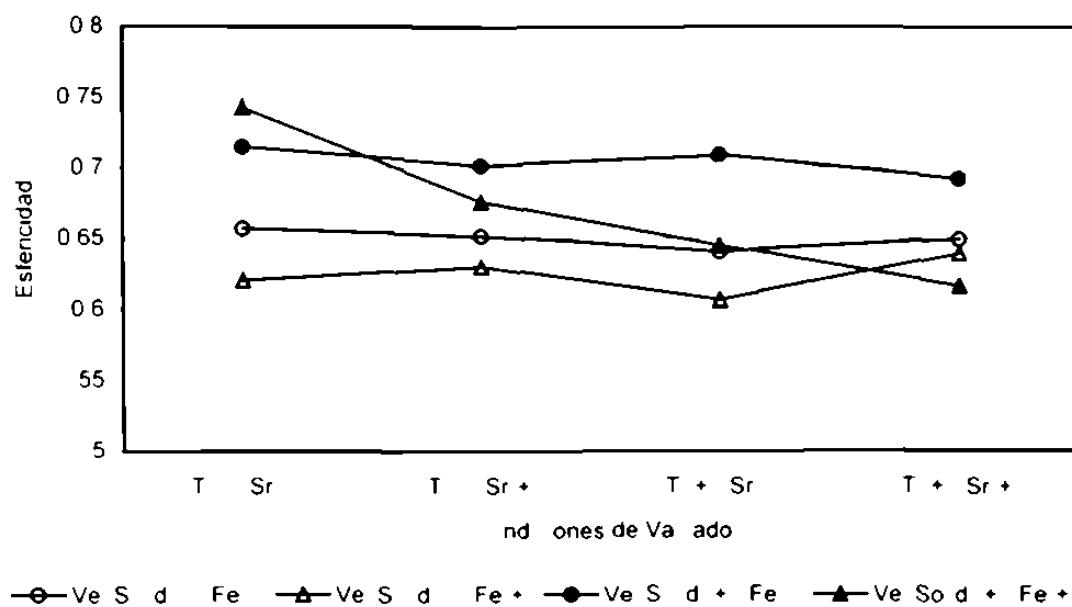


Figura H5. Efecto de las condiciones de vaciado sobre la esfericidad de las fases de alto contenido de Cu

Apéndice I

Cambios microestructurales provocados por las diferentes temperaturas de solución sobre las fases ricas en Cu segregadas bajo las distintas condiciones de solidificación

I.1. Muestras solidificada en moldes de arena.

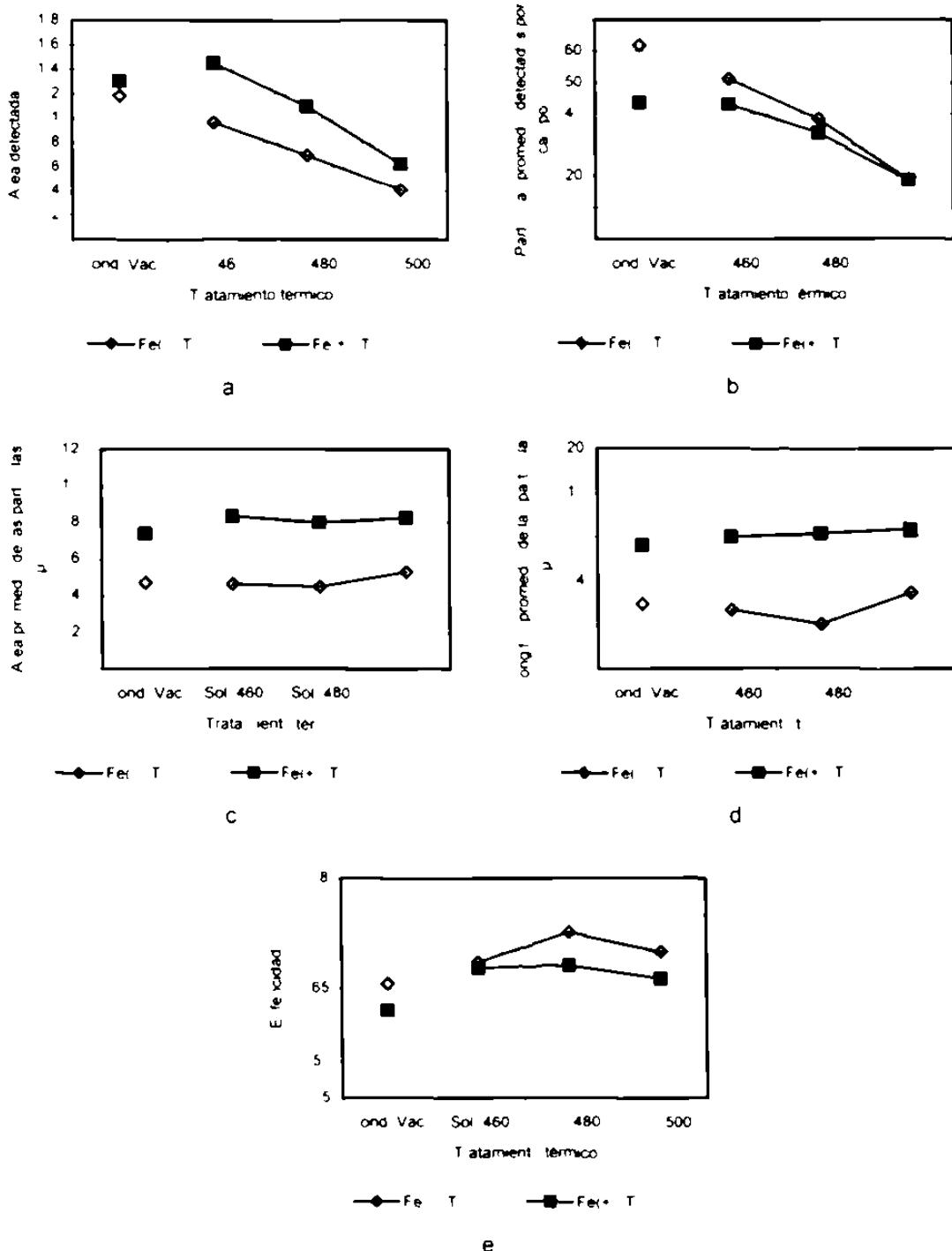


Figura 11. Cambios microestructurales provocados por las diferentes temperaturas de soporte en las fases ricas en Cu segregadas durante la difusión en muestras de metalílico a) Área detectada b) Partículas promedio detectadas por campo c) Área promedio de las partículas d) Longitud promedio de las partículas y e) Esfericidad de las partículas

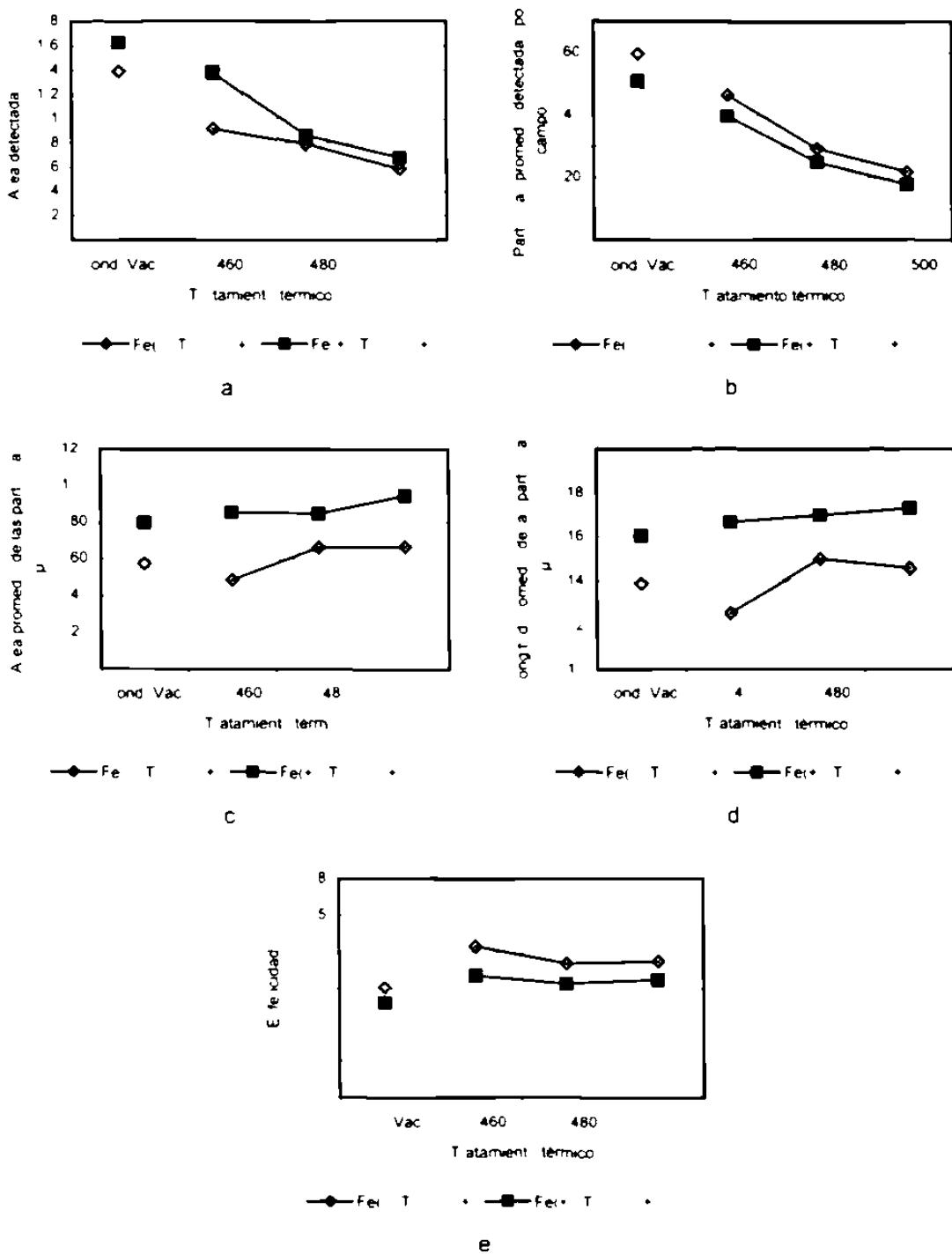


Figura 12. Cambios microestructurales provocados por las diferentes temperaturas de soporte en las fases ricas en Cu segregadas durante la difusión en muestras de metal modificado soportadas entamente a) Área detectada b) Partículas promedio detectadas por campo c) Área promedio de las partículas d) Longitud promedio de las partículas y e) Esfericidad de las partículas

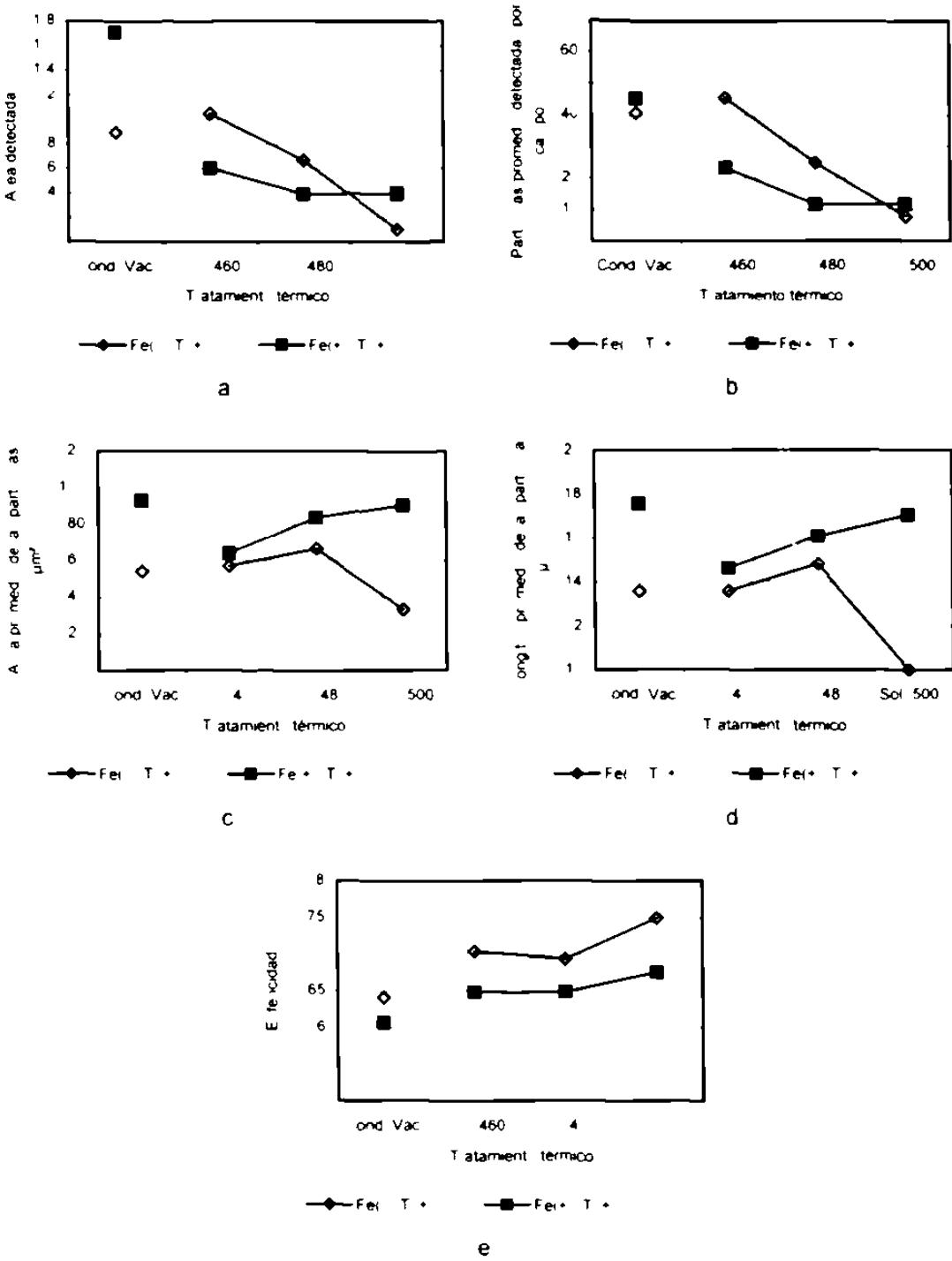


Figura 13. Cambios microestructurales provocados por las diferentes temperaturas de soporte en las fases ricas en Cu segregadas durante la difusión en muestras de metal refinado soldadas entamente a) Área detectada b) Partículas promedio detectadas por campo c) Área promedio de las partículas d) Longitud promedio de las partículas e) Esfericidad de las partículas

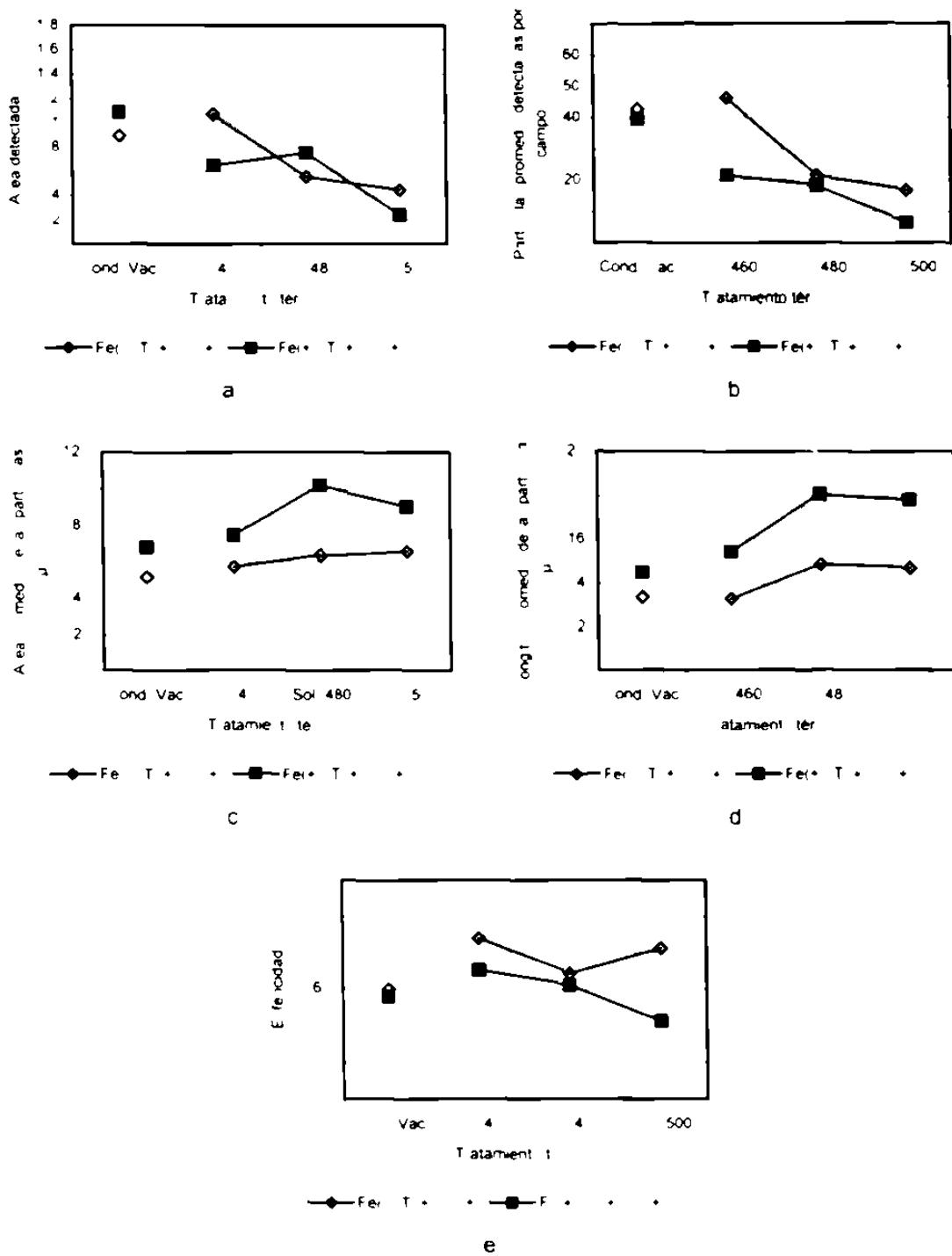


Figura 14. Cambios microestructurales provocados por las diferentes temperaturas de soporte en las fases ricas en Cu segregadas durante la difusión en muestras de metal refinado y modificado sometida directamente a. A. Área detectada b. Partículas promedio detectadas por campo c. Área promedio de las partículas d. Longitud promedio de las partículas e. Esfericidad de las partículas

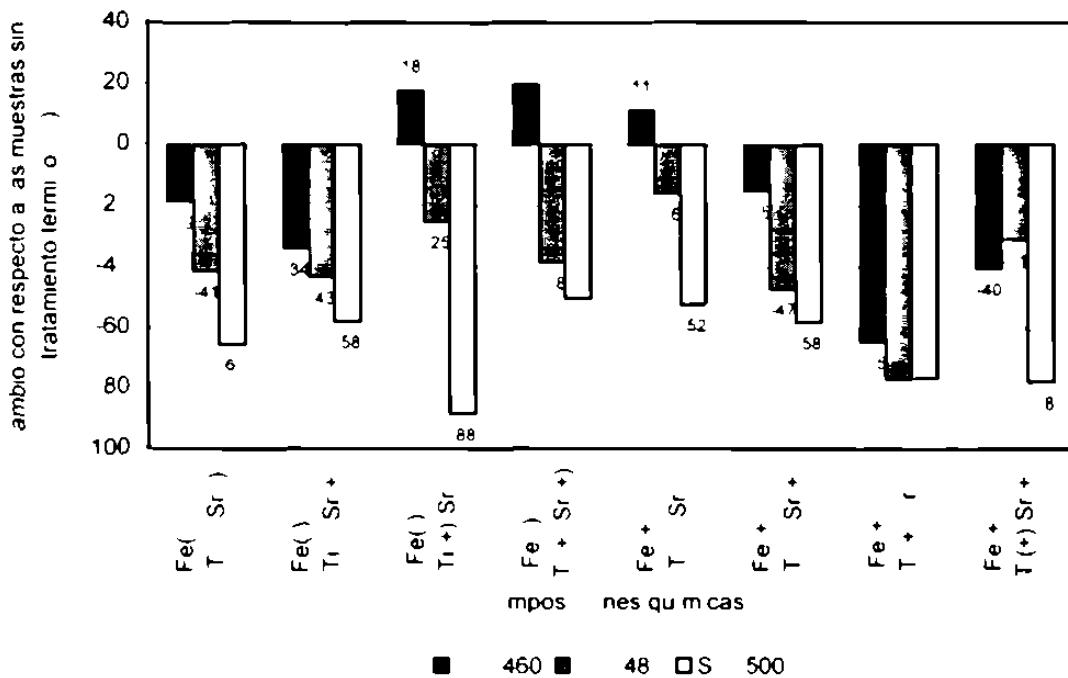


Figura 15. Cambio en la área detectada de las fases ricas en Cu de las muestras sometidas entamente a ser tratadas térmicamente

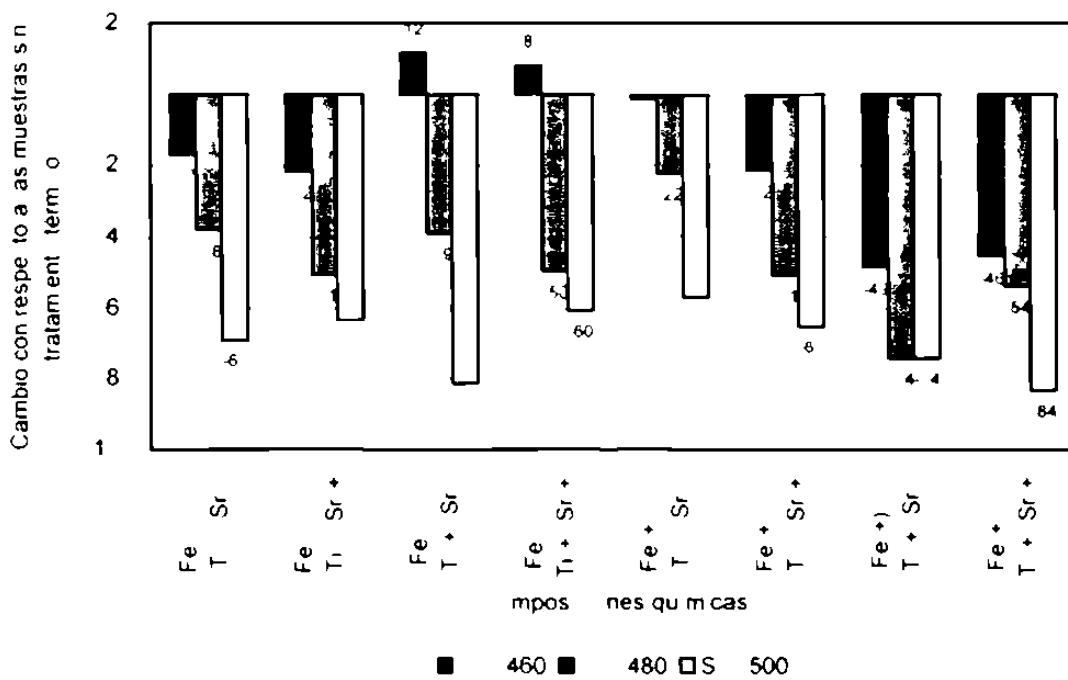


Figura 16. Cambio en las partículas promed. detectadas por campo de las fases ricas en Cu de las muestras sometidas entamente a ser tratadas térmicamente

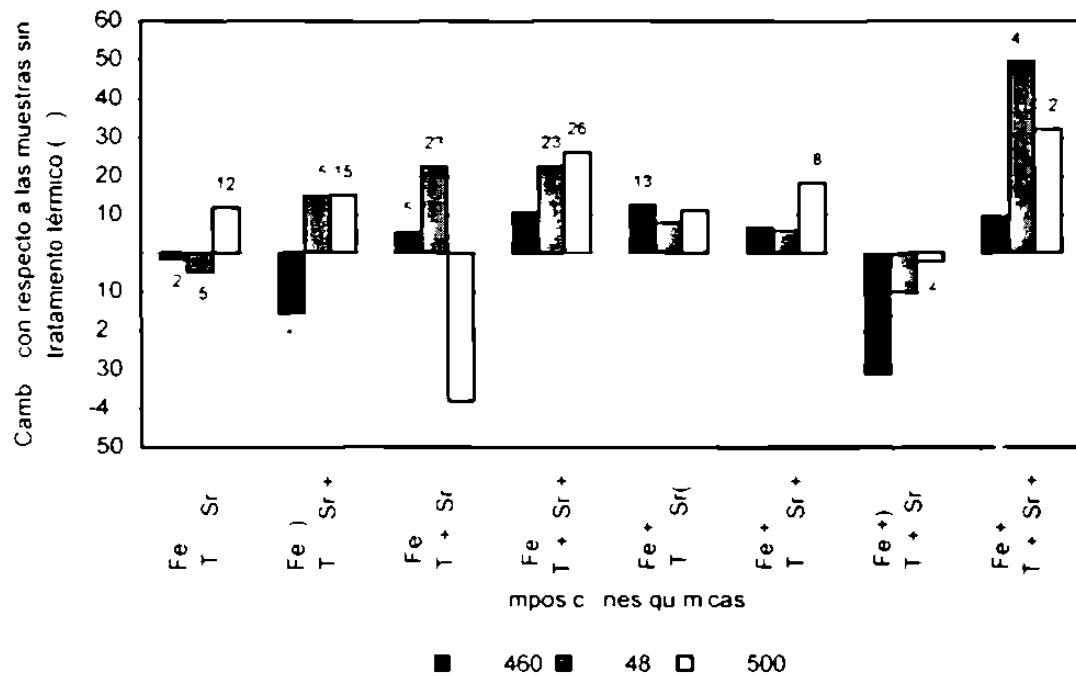


Figura 17. Cambio en el área promedio de las fases recubiertas en función de las muestras sometidas anteriormente a ser tratadas térmicamente.

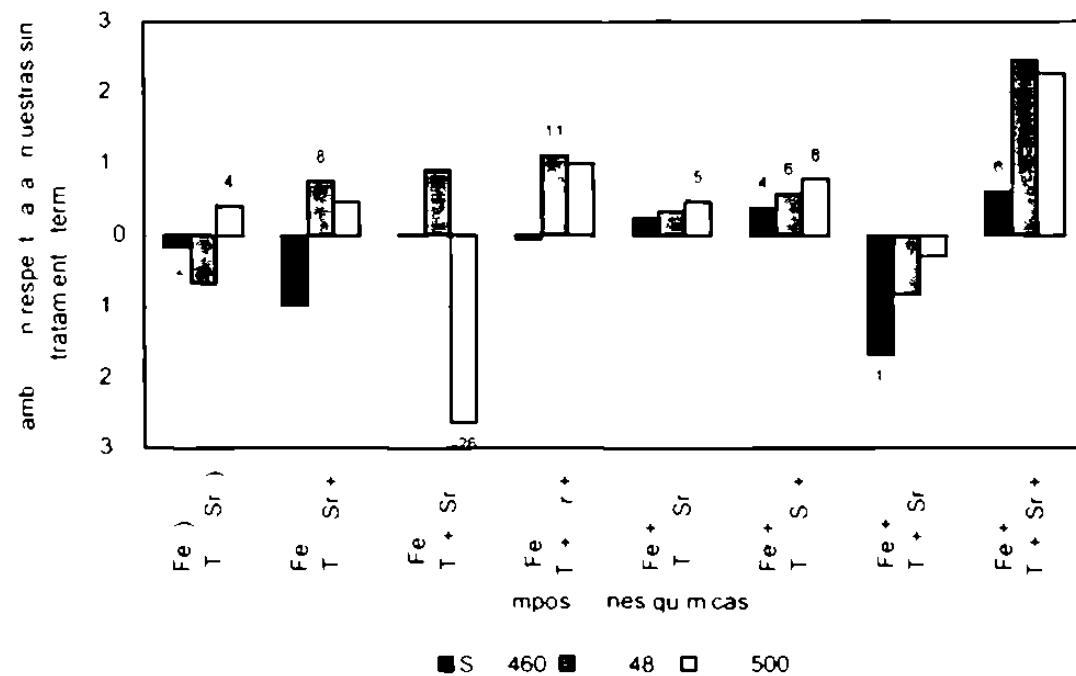


Figura 18. Cambio en la longitud promedio de las fases recubiertas en función de las muestras sometidas anteriormente a ser tratadas térmicamente.