

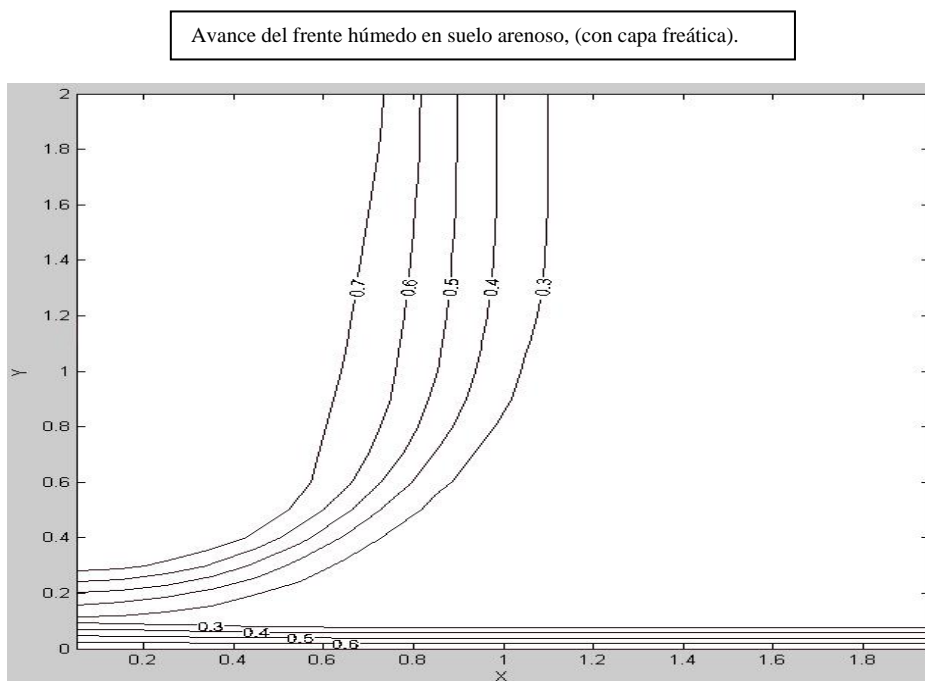
## SIMULACIÓN 2-D

### VI.2.1 Influencia de la textura sobre la humectación en suelos monocapas.

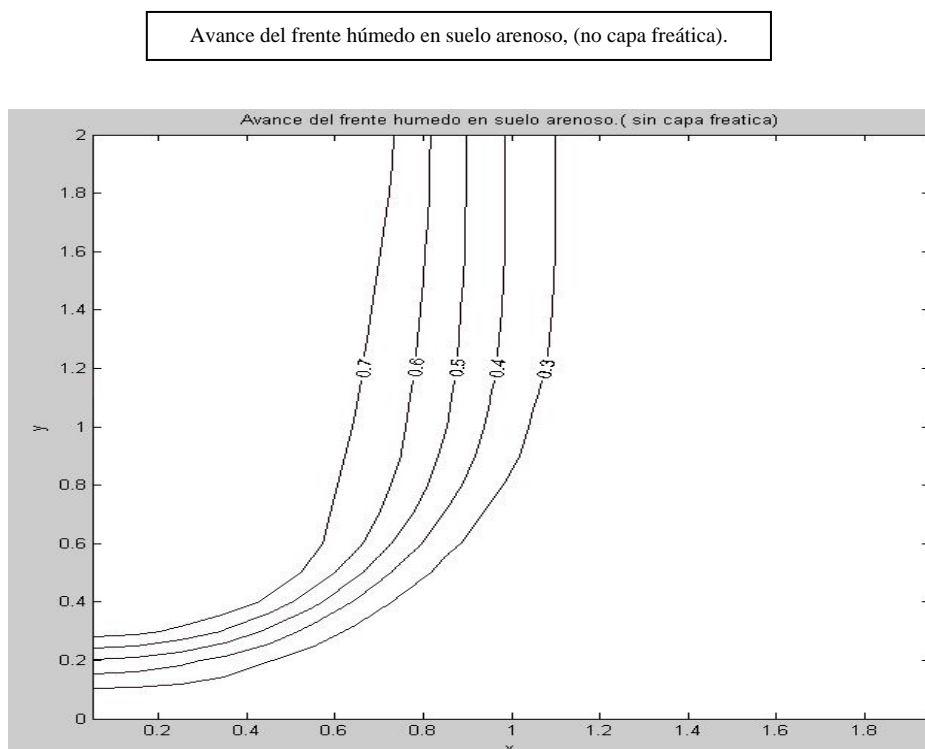
#### VI.2.1.1 Simulaciones monocapa:

##### VI.2.1.1.1 Simulaciones monocapa suelo arenoso.

Variante a, suelo arenoso. Fig. 6.28



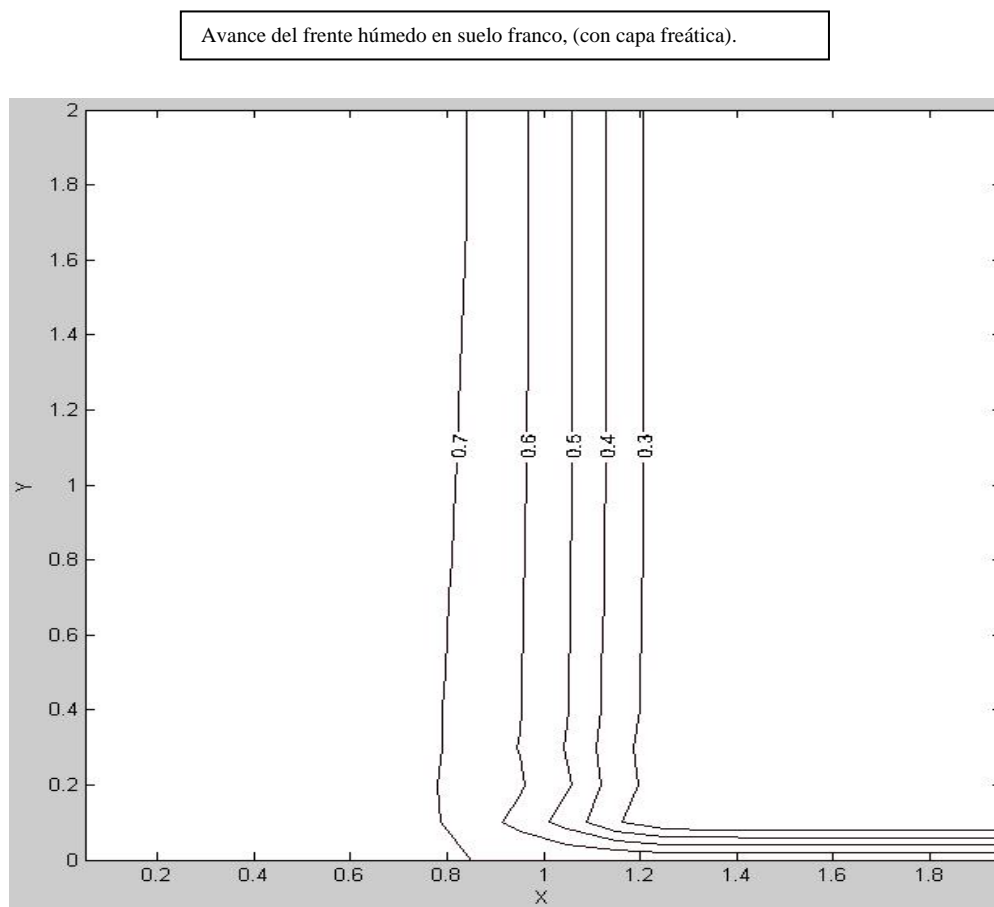
Variante b, suelo arenoso. Fig. 6.29



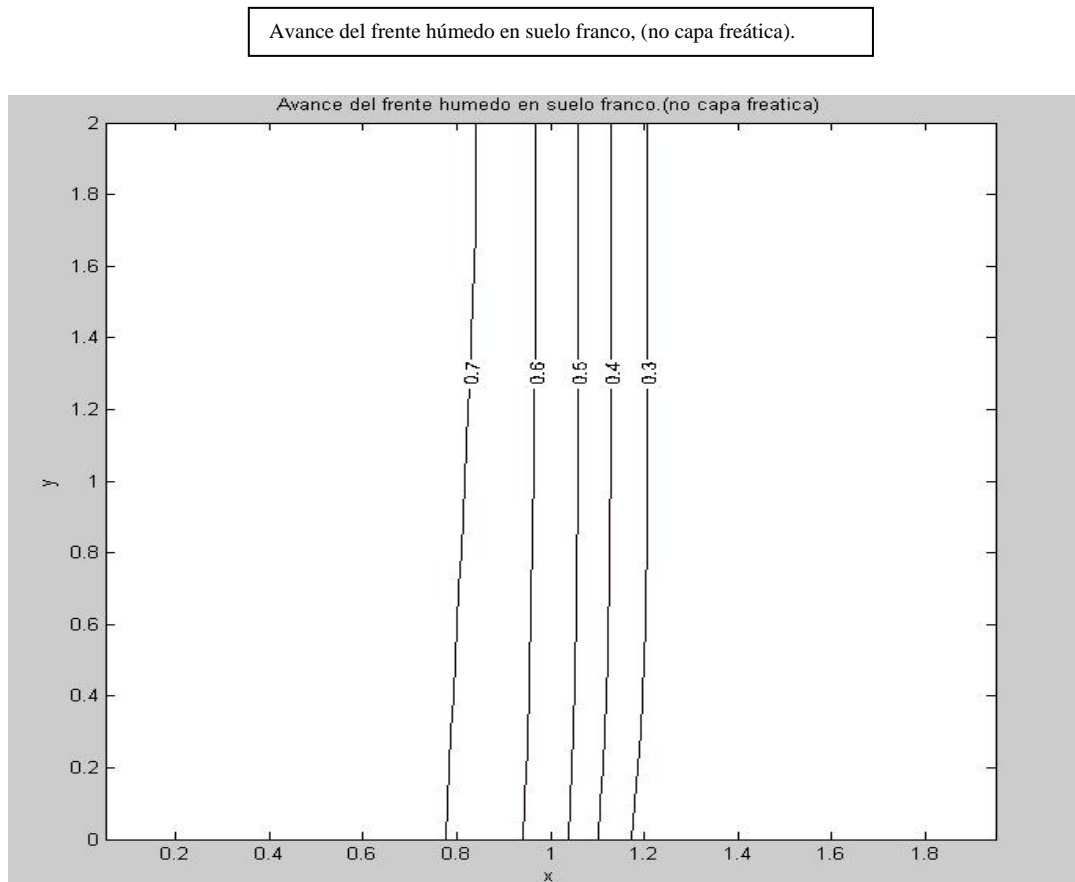
En las dos figuras anteriores, Fig. 6.28 y Fig. 6.29, vienen representados los avances del frente húmedo (en dos dimensiones) en suelos con textura arenosa. Observamos que ambas figuras son prácticamente idénticas en este tipo de suelo con la diferencia que cuando hay presencia de la capa freática, situada a 2 metros de profundidad, quedan representadas las líneas de humectación a niveles cercanos a la posición de la capa freática. Vemos que las capas más superficiales son aquellas que poseen un mayor contenido volumétrico y por el contrario aquellas más profundas son las que poseen un menor contenido de humedad, además en la Fig. 6.29 las líneas representadas concernientes a la existencia de la capa freática marcan valores de humedad del 10 – 20%. Podemos decir que la presencia de la capa freática denota poca influencia en el avance del frente húmedo y que solamente se ven afectadas las capas más profundas.

#### VI.2.1.1.2 Simulaciones monocapa suelo franco.

Variante a, suelo franco. Fig. 6.30



Variante b, suelo franco. Fig. 6.31



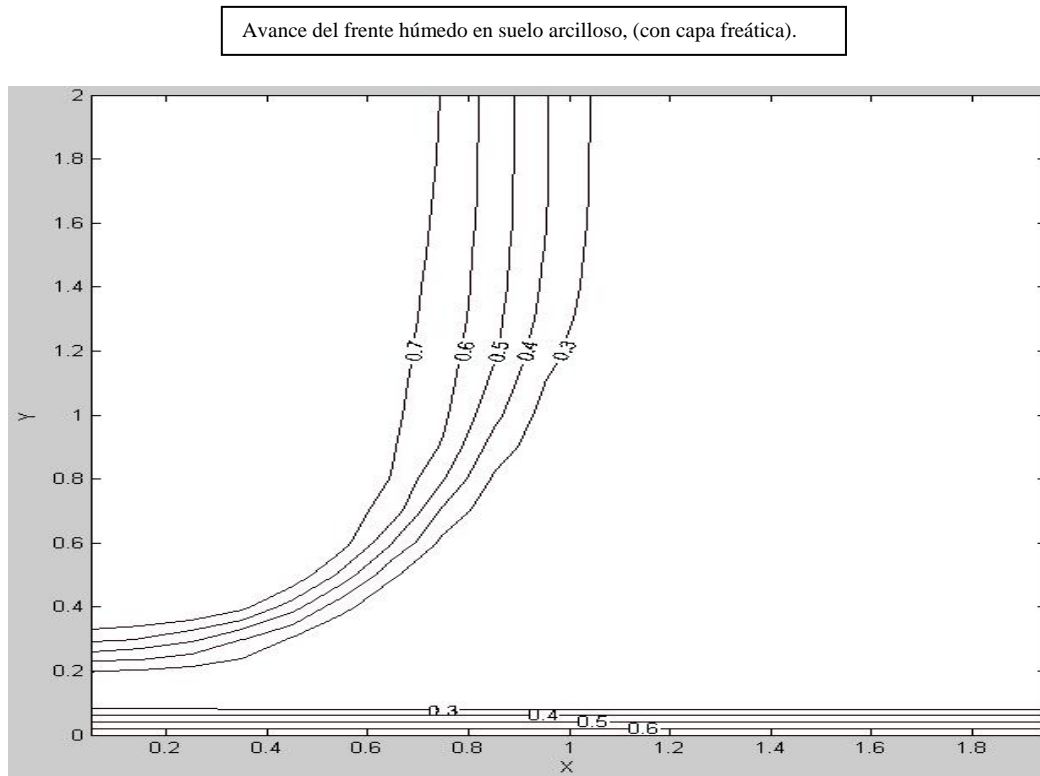
En las dos figuras anteriores, Fig. 6.30 y Fig. 6.31, vienen representados los avances del frente húmedo (en dos dimensiones) en suelos con textura franca.

Observamos que ambas figuras son prácticamente idénticas en este tipo de suelo para profundidades no afectadas por la capa freática, ya que la presencia de la misma queda representada en las líneas de humectación a niveles cercanos a la posición de la capa freática.

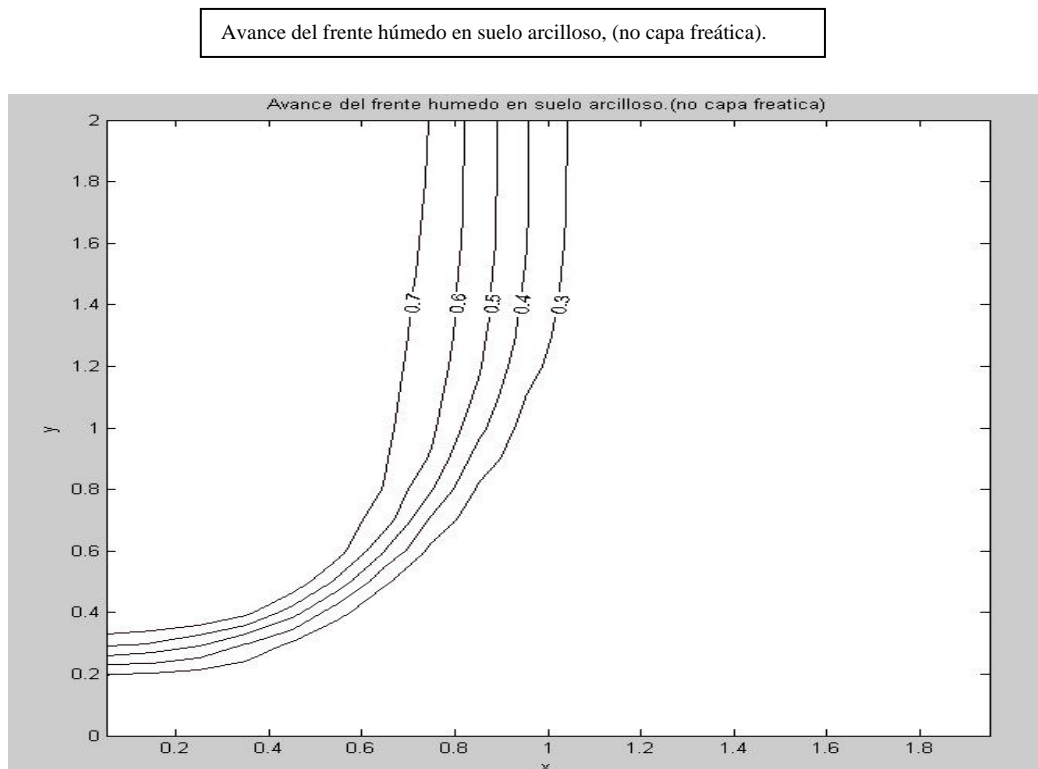
En la Fig. 6.30 se advierte el efecto producido por la presencia de la capa freática empujando las curvas de humedad hacia la derecha. Vemos que las capas más cercanas a la zona de aplicación de agua son aquellas que poseen un mayor contenido volumétrico y por el contrario aquellas más alejadas son las que poseen un menor contenido de humedad. También queda representada la existencia del régimen estacionario, ya que el frente húmedo llega a las capas más profundas.

### VI.2.1.1.3 Simulaciones monocapa suelo arcilloso.

Variante a, suelo arcilloso. Fig. 6.32



Variante b, suelo arcilloso. Fig. 6.33

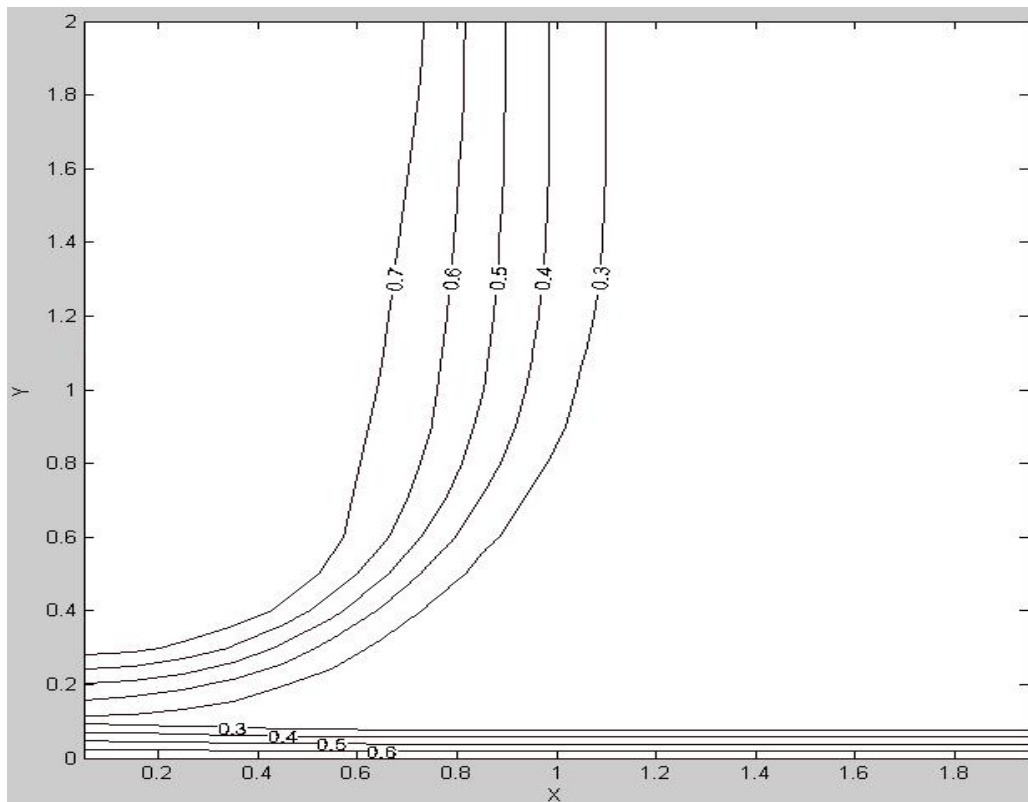


En las dos figuras anteriores, Fig. 6.32 y Fig. 6.33, vienen representados los avances del frente húmedo (en dos dimensiones) en suelos con textura arcillosa. Observamos que ambas figuras son prácticamente idénticas en este tipo de suelo con la diferencia que cuando hay presencia de la capa freática, situada a 2 metros de profundidad, quedan representadas las líneas de humectación a niveles cercanos a la posición de la capa freática. Vemos que las capas más superficiales son aquellas que poseen un mayor contenido volumétrico y por el contrario aquellas más profundas son las que poseen un menor contenido de humedad, además en la Fig. 6.32 las líneas representadas concernientes a la existencia de la capa freática marcan valores de humedad del 10 – 20%. Podemos decir que la presencia de la capa freática denota poca influencia en el avance del frente húmedo y que solamente se ven afectadas las capas más profundas.

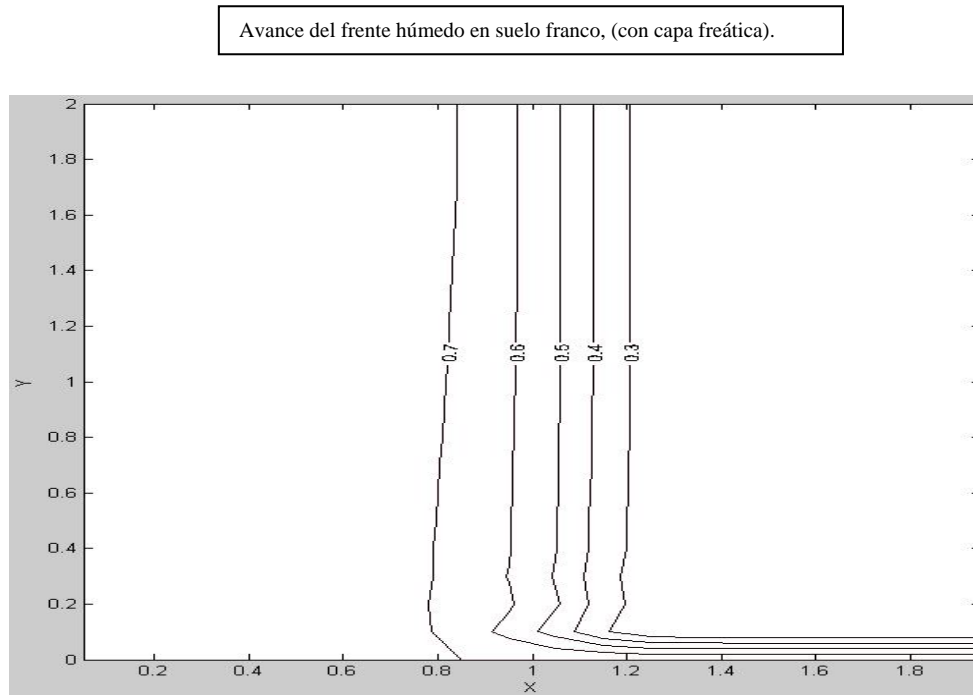
#### VI.2.1.1.4 Comparación en suelos monocapa variantes.

Variante a, suelo arenoso. Fig. 6.28

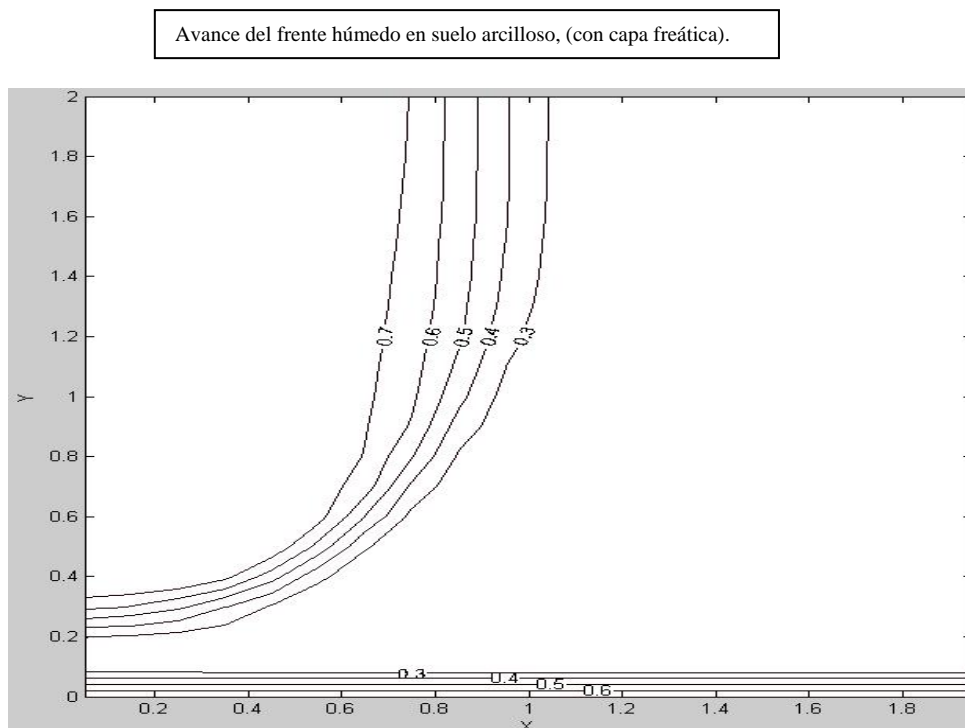
Avance del frente húmedo en suelo arenoso, (con capa freática).



Variante a, suelo franco. Fig. 6.30



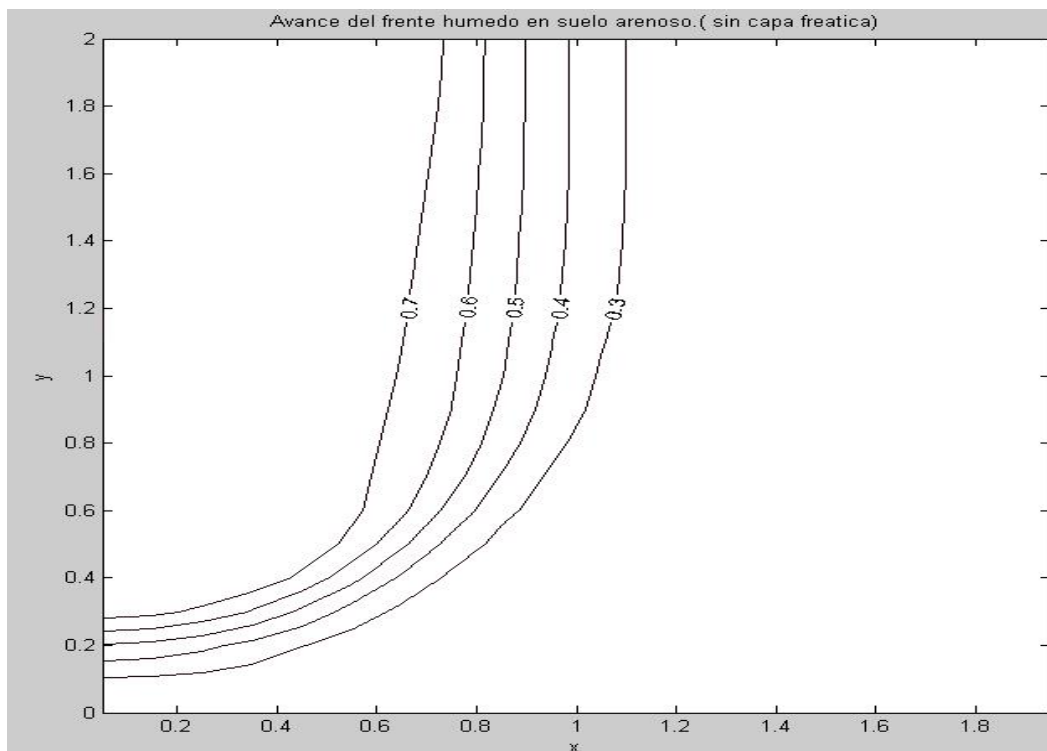
Variante a, suelo arcilloso. Fig. 6.32



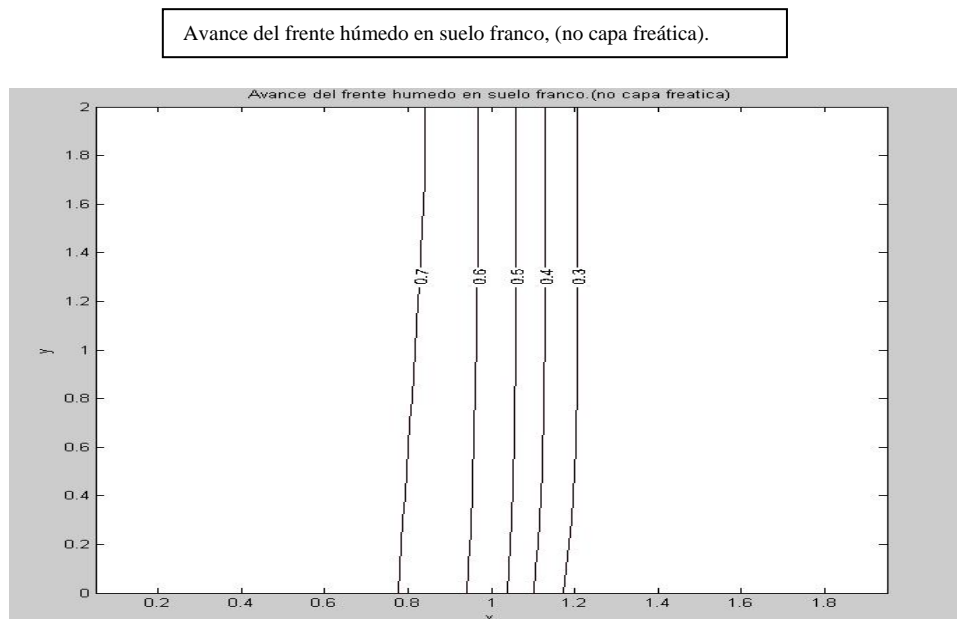
Se observa que el avance de humedad en un suelo arcilloso se ve más dificultado que en un suelo arenoso o franco, debido al bajo valor de la conductividad hidráulica que tiene el suelo de textura arcillosa, además vemos que en un suelo arcilloso, comprobamos el ascenso de la capa freática y observamos que no afecta en absoluto a las curvas de humedad ya que en el tiempo de simulación, las mismas no han llegado a la zona de efecto del nivel freático.

Variante b, suelo arenoso. Fig. 6.29

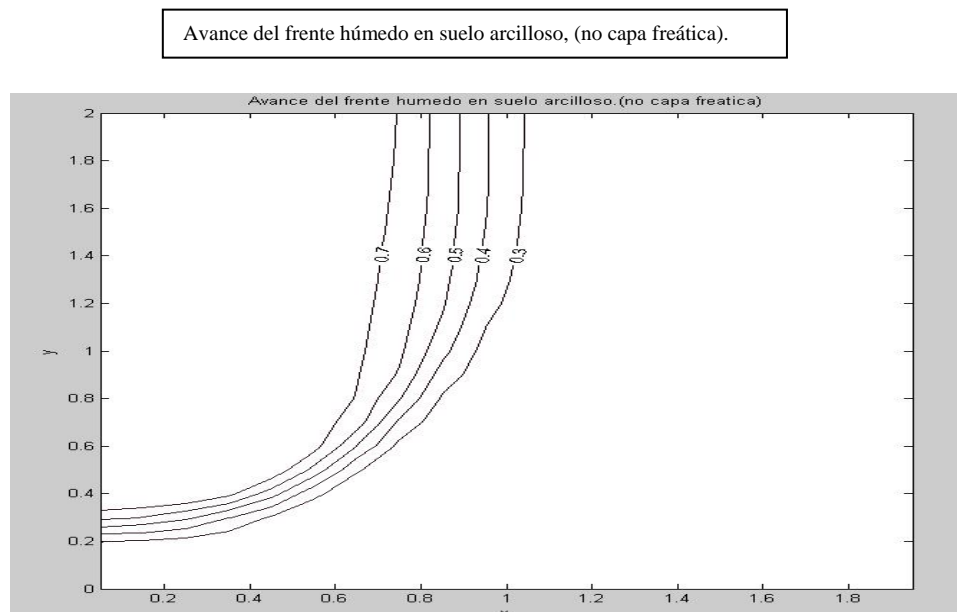
Avance del frente húmedo en suelo arenoso, (no capa freática).



Variante b, suelo franco. Fig. 6.31



Variante b, suelo arcilloso. Fig. 6.33



Los comentarios a esta comparación son idénticos que para la comparación anterior, con la única diferencia que en estas tres figuras, Fig. 6.29, 6.31 y 6.33 no hay presencia de capa freática y por lo tanto las curvas solo se ven afectadas por la humedad superficial.



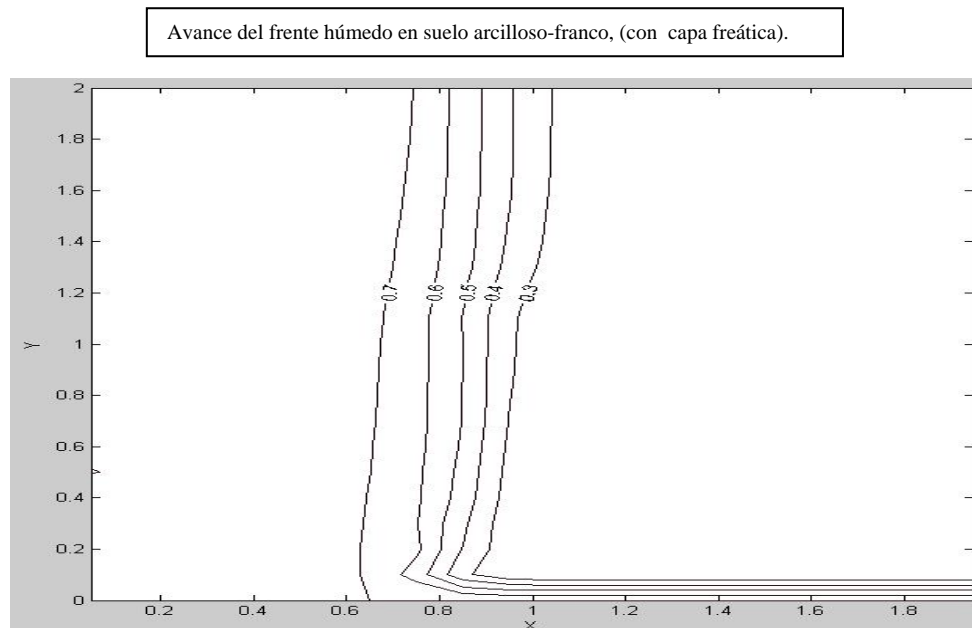
## VI.2.2 Influencia de la textura sobre la humectación en suelos bicapa

### VI.2.2.1 Simulaciones bicapa.

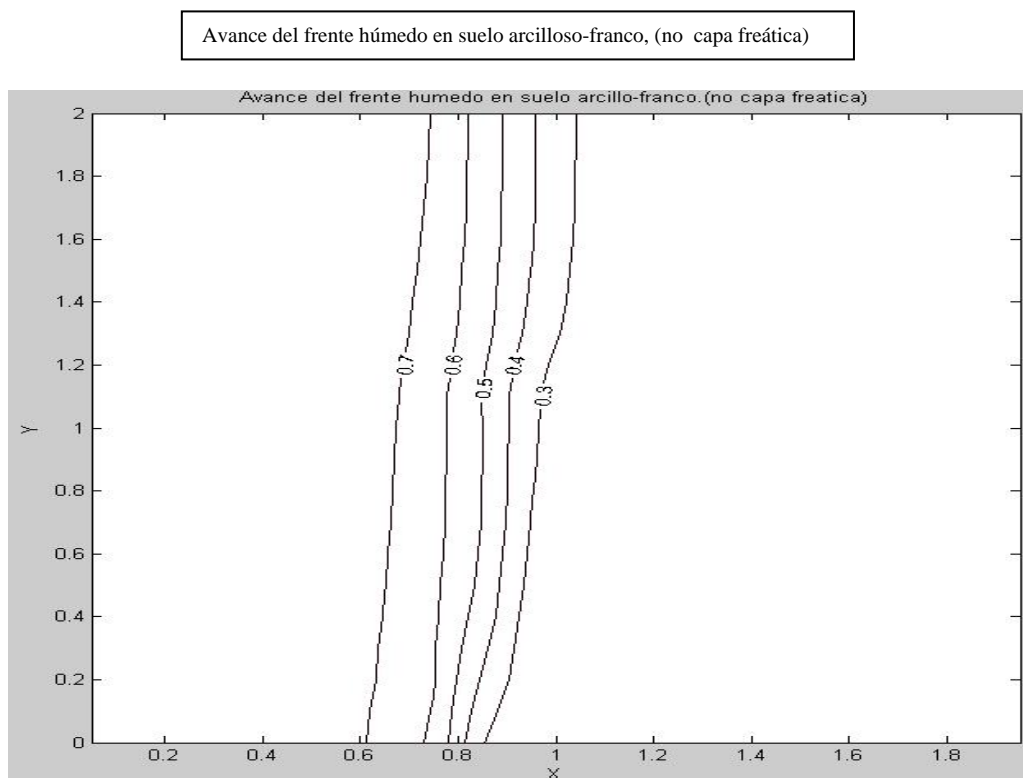
#### VI.2.2.1.1 Simulaciones bicapa suelo arcilloso-franco

##### VI.2.2.1.1.1 Suelo arcilloso-franco variante b1

Variante a, (b1), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.34



Variante b, (b1), suelo arcilloso-franco. Fig.6.35.

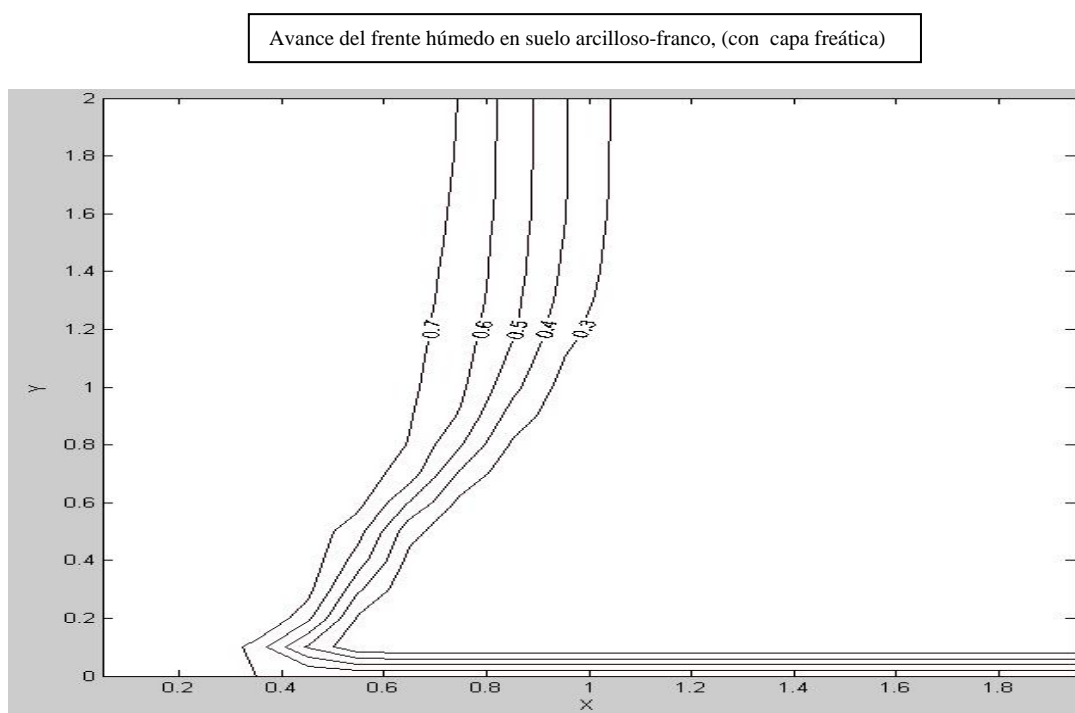


En estas dos gráficas, Fig. 6.34 y 6.35, vienen representadas las curvas de avance del frente húmedo en función de las dos dimensiones, horizontal y profundidad, podemos observar que el comportamiento de este suelo tanto si dispone de capa freática como si no es muy similar, siendo la única diferencia la presencia de este flujo de agua subterráneo representado en las capas más profundas. En la Fig. 6.35 vemos unas líneas horizontales que se corresponden con algunas de las profundidades del suelo de textura franca y que son debidas presumiblemente a la presencia de la capa freática.

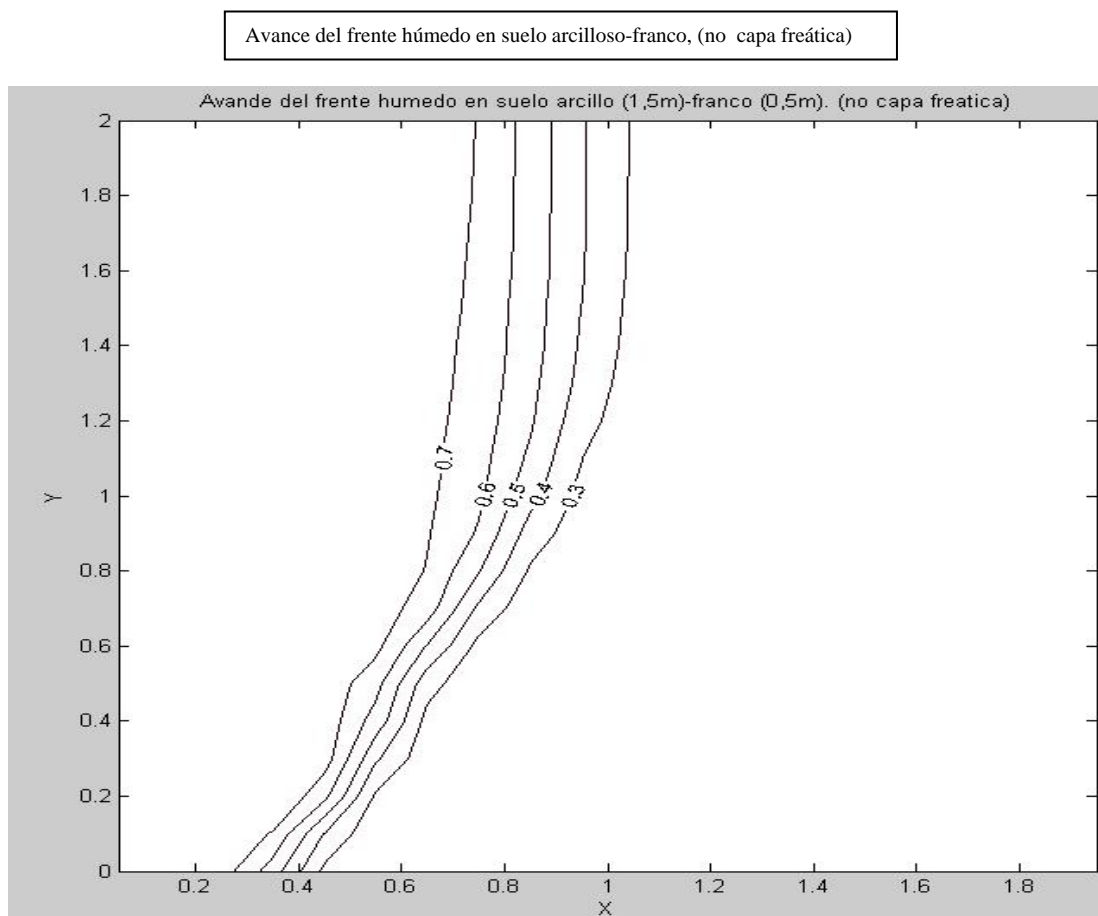
Vemos que en este tipo de suelo, hay zonas en las cuales ya se ha alcanzado el estado estacionario con humedad del 80% correspondiente a la zona izquierda de las gráficas y que el frente avanzará hasta completar todo el suelo con dicha humedad si damos un tiempo de simulación adecuado.

#### VI.2.2.1.1.2 Suelo arcilloso-franco variante b2

Variante a, (b2), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.36



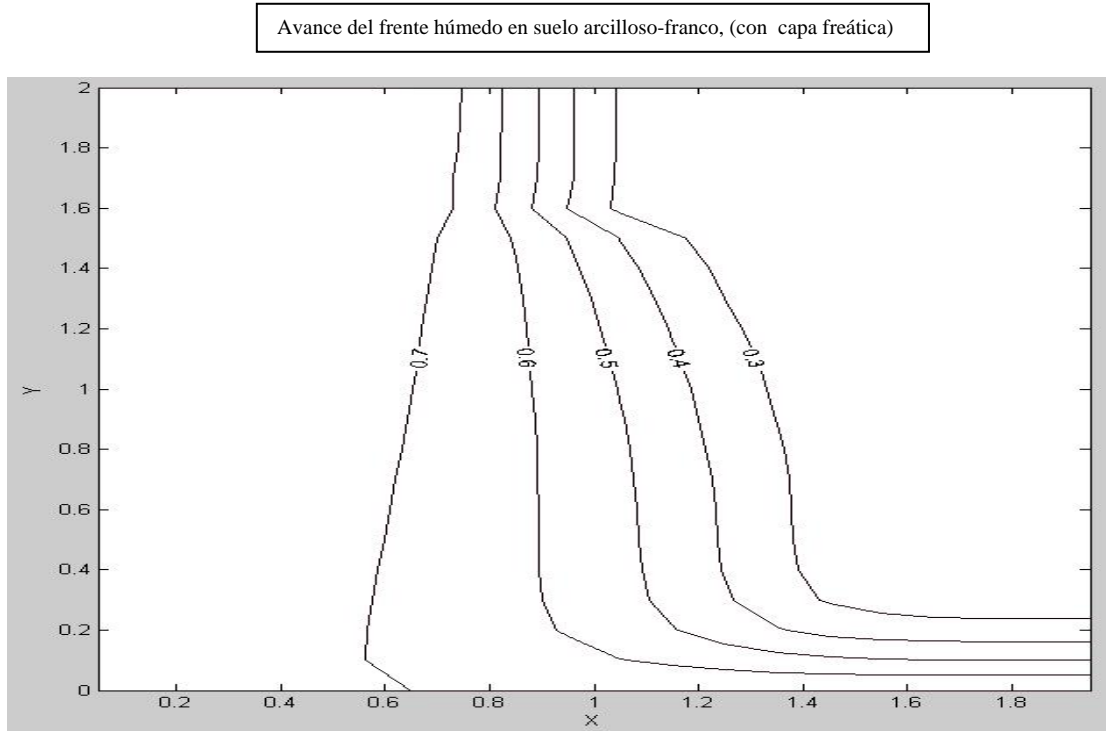
Variante b, (b2), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.37



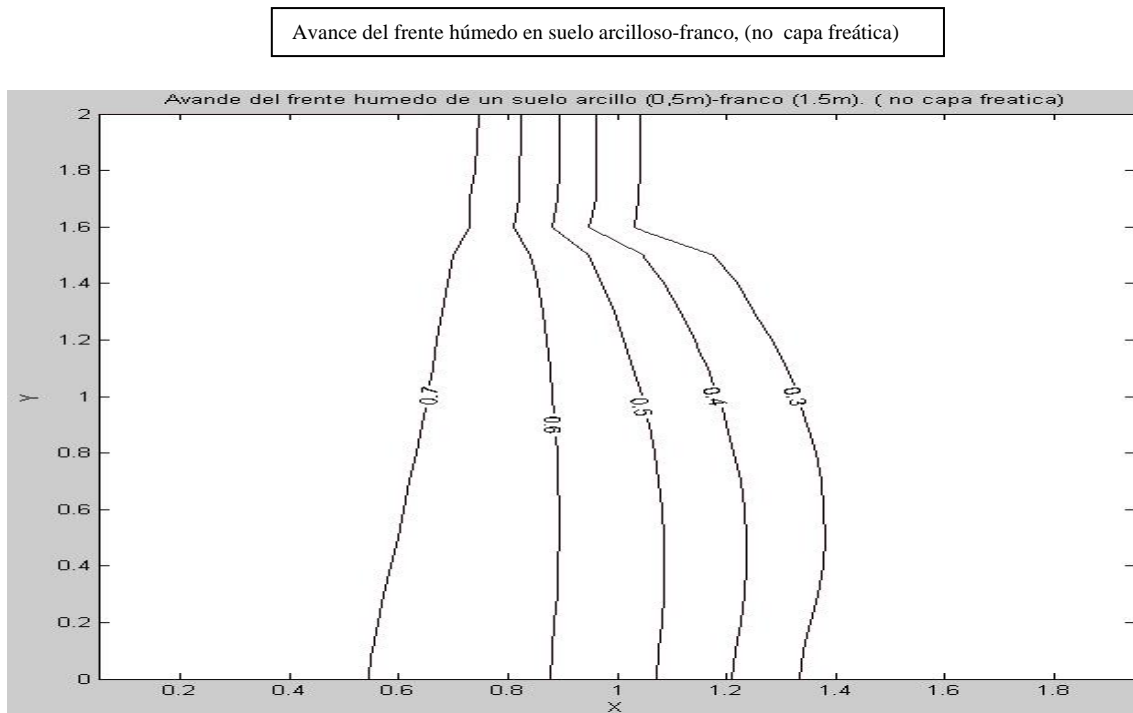
Estas dos gráficas, Fig. 6.36 y 6.37 representan a un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura arcillosa y una capa inferior de textura franca, siendo la capa superior de mayor espesor que la capa de textura franca. Ambos suelos tienen un comportamiento similar excepto en zonas próximas a la presencia de la capa freática, así podemos observar el diferente comportamiento de ambas representaciones en esos niveles. Al igual que ocurre con otras simulaciones, aplicando un tiempo de simulación suficiente obtenemos una humectación de la totalidad del suelo para la humedad esperada. Además solamente se ven afectadas por la capa freática las capas más próximas a la misma.

#### VI.2.2.1.1.3 Suelo arcilloso-franco variante b3

Variante a, (b3), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.38



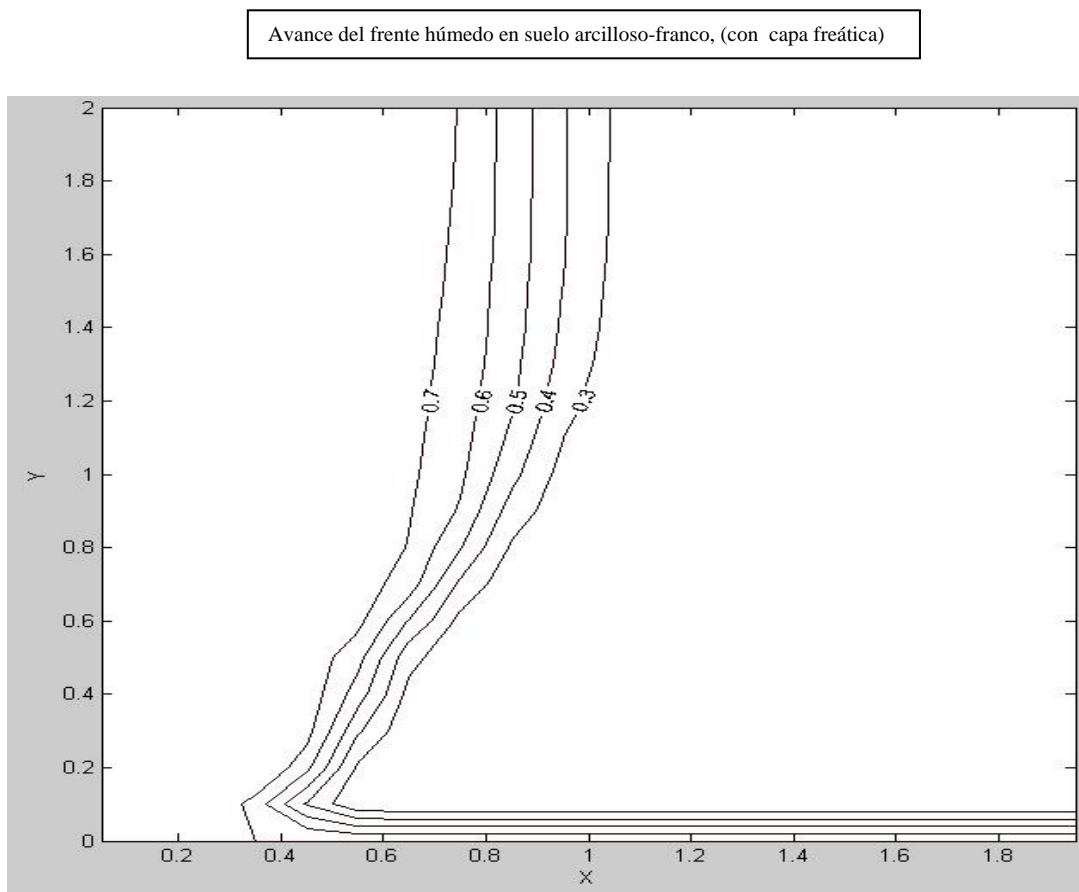
Variante b, (b3), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.39



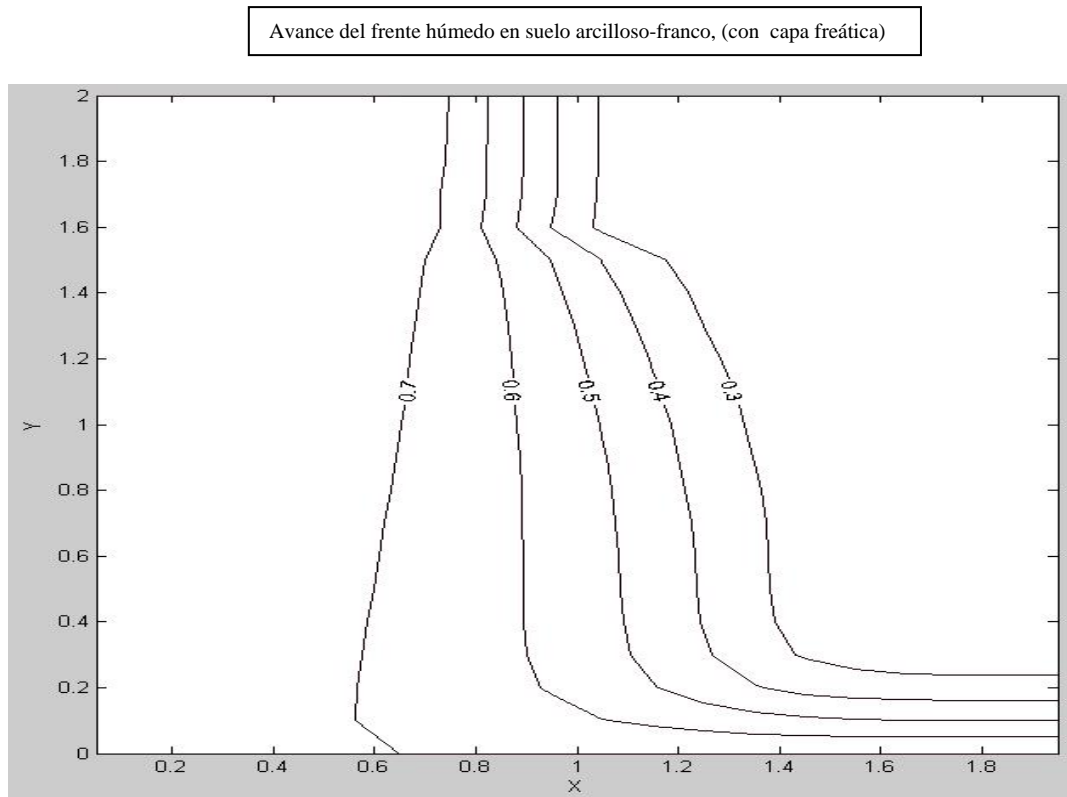
Estas dos figuras, Fig. 6.38 y Fig. 6.39, representan un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura arcillosa y una capa más profunda de textura franca, siendo la capa de textura franca la de mayor espesor. En ambas representaciones apreciamos la irregularidad producida en el avance del frente húmedo cuando se encuentra con las capas de textura franca a una profundidad de 0.6m, a partir de este momento las curvas quedan representadas de la misma forma hasta zonas donde se ven afectadas por la presencia de la capa freática, manifestando entonces diferencias, podemos ver que en suelos con textura franca, el avance del frente húmedo es más veloz, debido a su mayor conductividad hidráulica y que por lo tanto la humectación del suelo se producirá de forma más rápida.

#### VI.2.2.1.1.4 Comparación variante a (b2) y a (b3) suelo arcilloso-franco

Variante a, (b2), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.36



Variante a, (b3), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.38

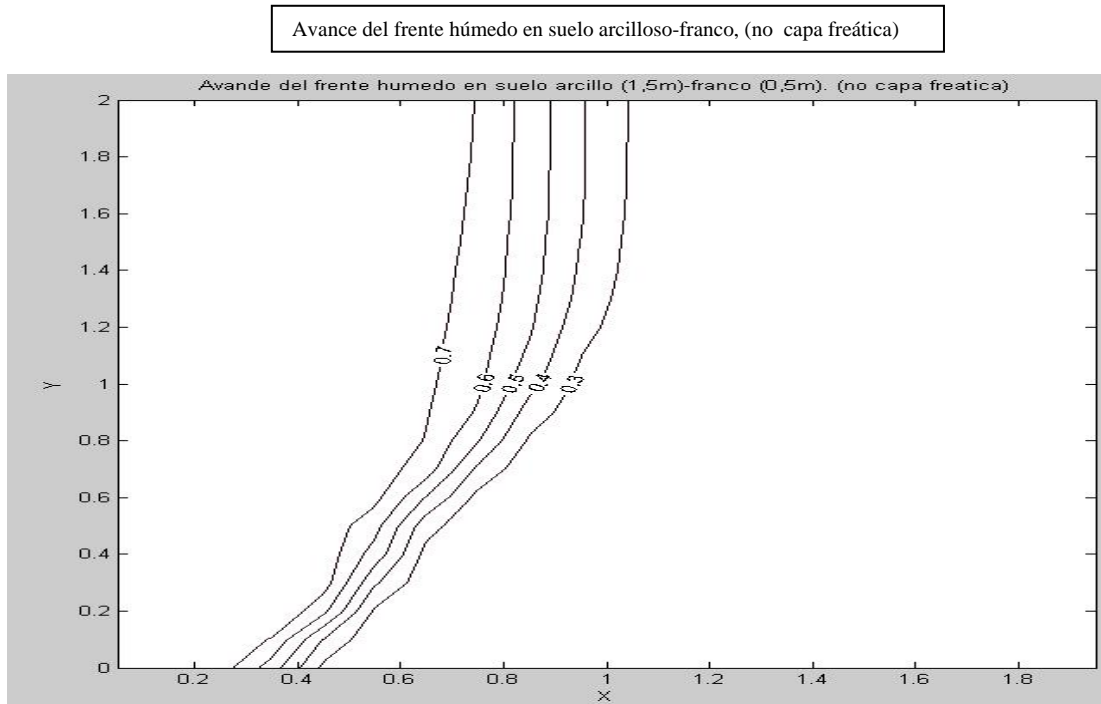


Estas dos figuras, Fig. 6.37 y 6.38 representan a un mismo suelo bicapa, primera capa de textura arcillosa y segunda capa de textura franca, con la diferencia que la Fig. 6.37 representa una capa de textura arcillosa de mayor espesor y en la Fig. 6.38 es la capa de textura franca la que tiene mayor espesor. (Ambos suelos tienen presencia de capa freática).

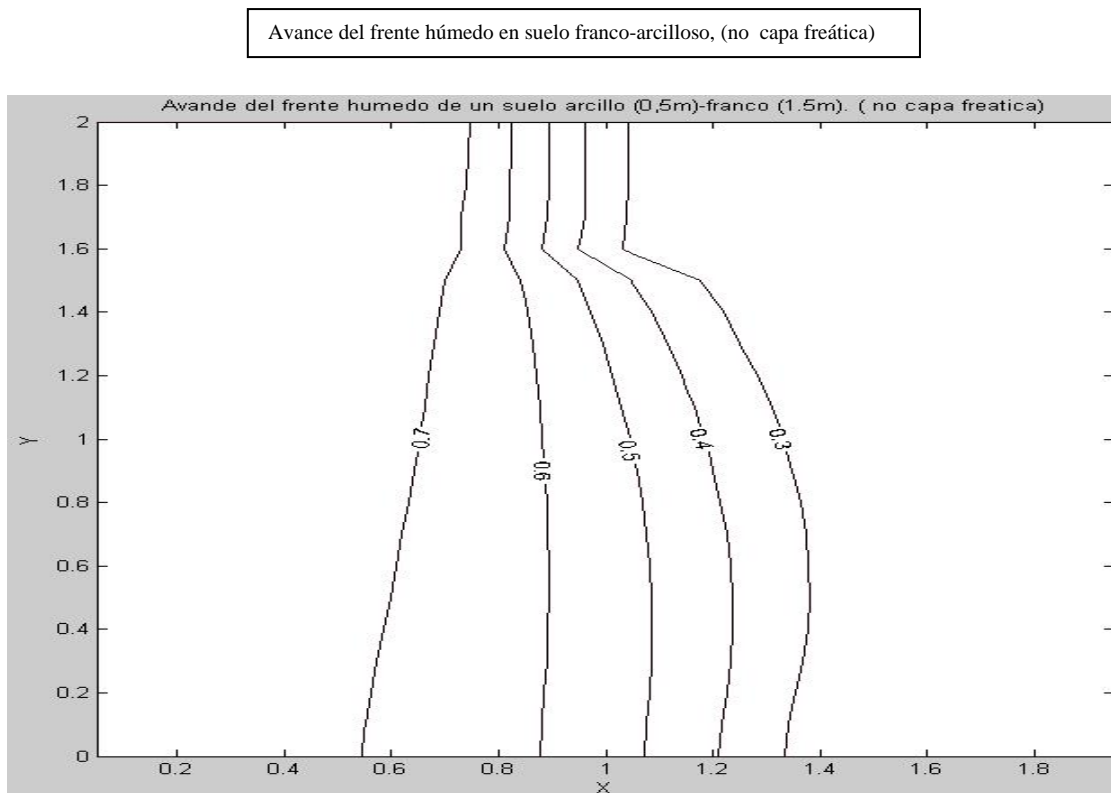
Observamos que en la Fig. 6.37 el avance del frente húmedo queda un poco mermado debido a la presencia de una capa de textura arcillosa de gran espesor, que tiene una baja permeabilidad y restringe el avance, en cambio en la Fig. 6.38 al ser la capa de textura franca de mayor espesor y de mayor permeabilidad vemos como se produce un aumento en la velocidad de avance del frente correspondiente a estas capas.

#### VI.2.2.1.1.5 Comparación variante b (b2) y b (b3) suelo arcilloso-franco.

Variante b, (b2), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.39



Variante b, (b3), suelo arcilloso-franco. Fig. 6.40



Las Fig. 6.39 y 6.40 representan la misma simulación que las figuras 6.37 y 6.38, con la única diferencia de que no hay presencia de capa freática.

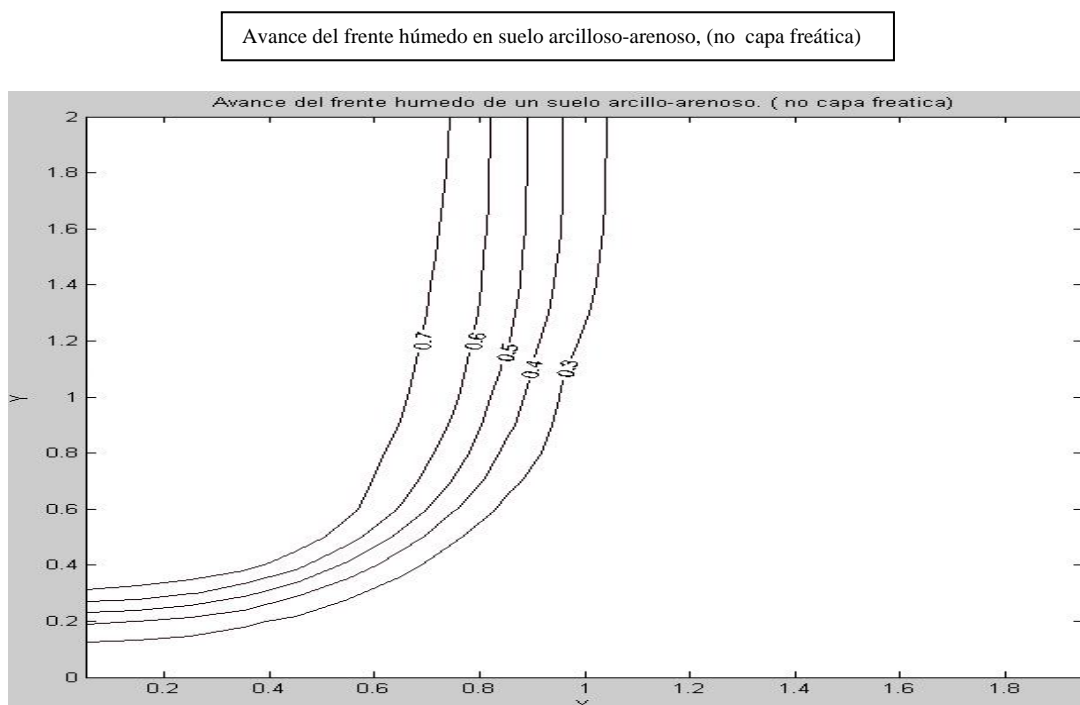
El comportamiento es exactamente el mismo, viéndose el avance restringido en el caso Fig. 6.39 y no viéndose así en el caso Fig. 6.40 gracias a la presencia del gran espesor de la capa de textura franca y que facilita el paso del agua.

Debido a que en las representaciones anteriores no hemos encontrado mayores diferencias (en el caso 2 dimensiones) entre las variantes a y b, a partir de ahora y hasta el final de las representaciones 2-D vamos a estudiar únicamente los suelos que no disponen de capa freática, ya que la misma solamente afecta a los estratos más profundos produciendo un efecto de desplazamiento horizontal del agua en las capas más profundas, y por lo tanto pensamos que carece de importancia, así es, vamos a limitarnos a realizar las comparaciones entre las diferentes curvas obtenidas para suelos bicapa sin capa freática para diferentes texturas y espesores de sus capas.

#### VI.2.2.2.1 Simulaciones bicapa suelo arcilloso-arenoso

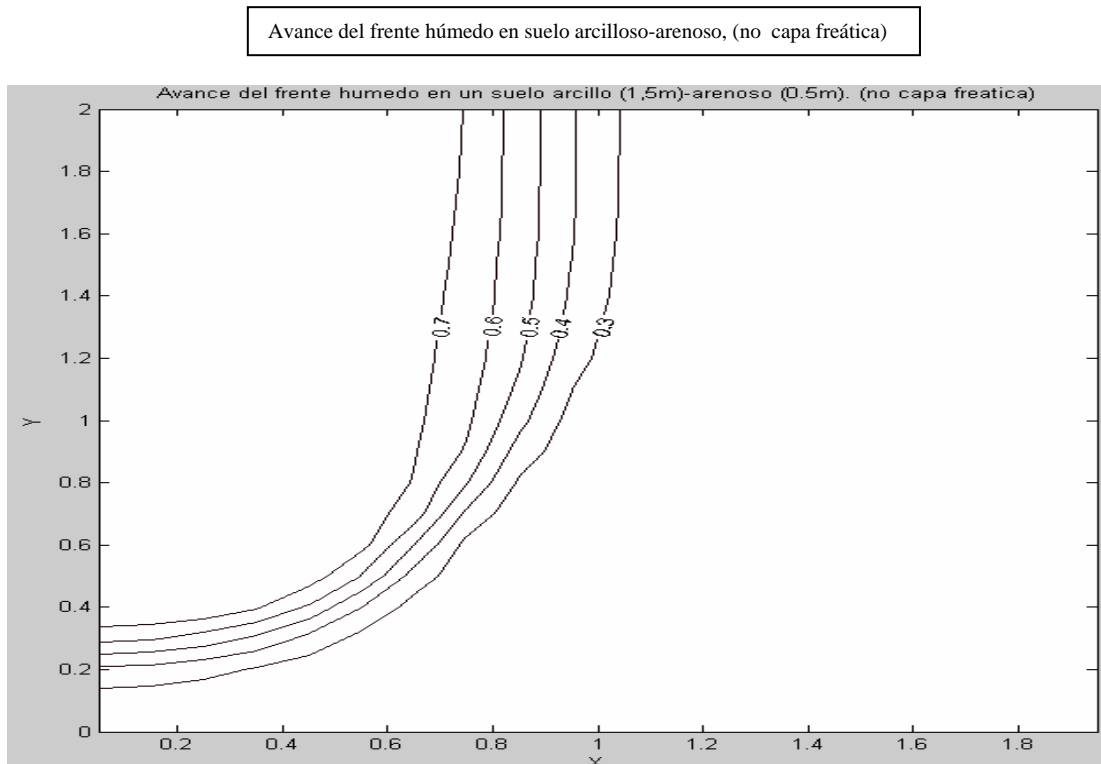
##### VI.2.2.2.1.1 Comparación variante b (b1, b2, b3) suelo arcilloso-arenoso.

Variante b (b1), suelo arcilloso-arenoso. Fig. 6.41

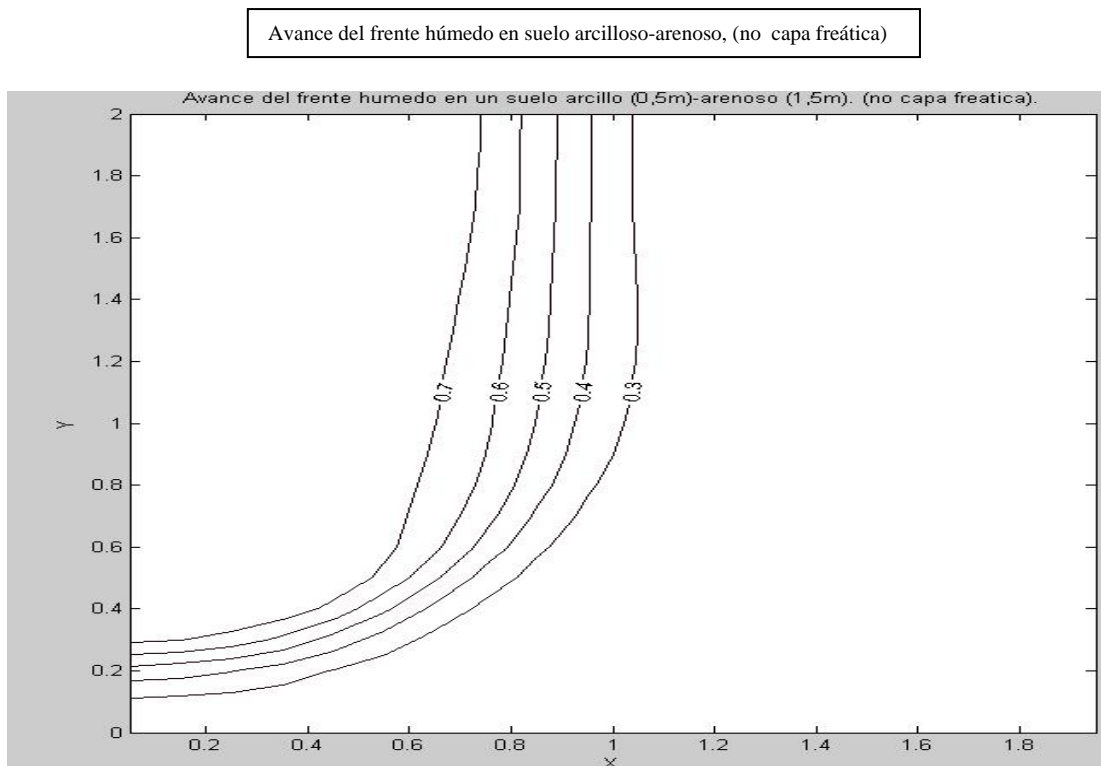




Variante b (b2), suelo arcilloso-arenoso. Fig. 6.42



Variante b (b3), suelo arcilloso-arenoso. Fig. 6.43



Estas tres figuras, Fig. 6.41, 6.42 y 6.43, representan a un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura arcillosa y otra capa más profunda de textura arenosa, siendo los espesores de las mismas los siguientes:

Fig. 6.41: Espesores de ambas capas iguales.

Fig. 6.42: Espesor de la capa de textura arcillosa mayor que el espesor de la capa de textura arenosa.

Fig. 6.43: Espesor de la capa de textura arcillosa menor que el espesor de la capa de textura arenosa.

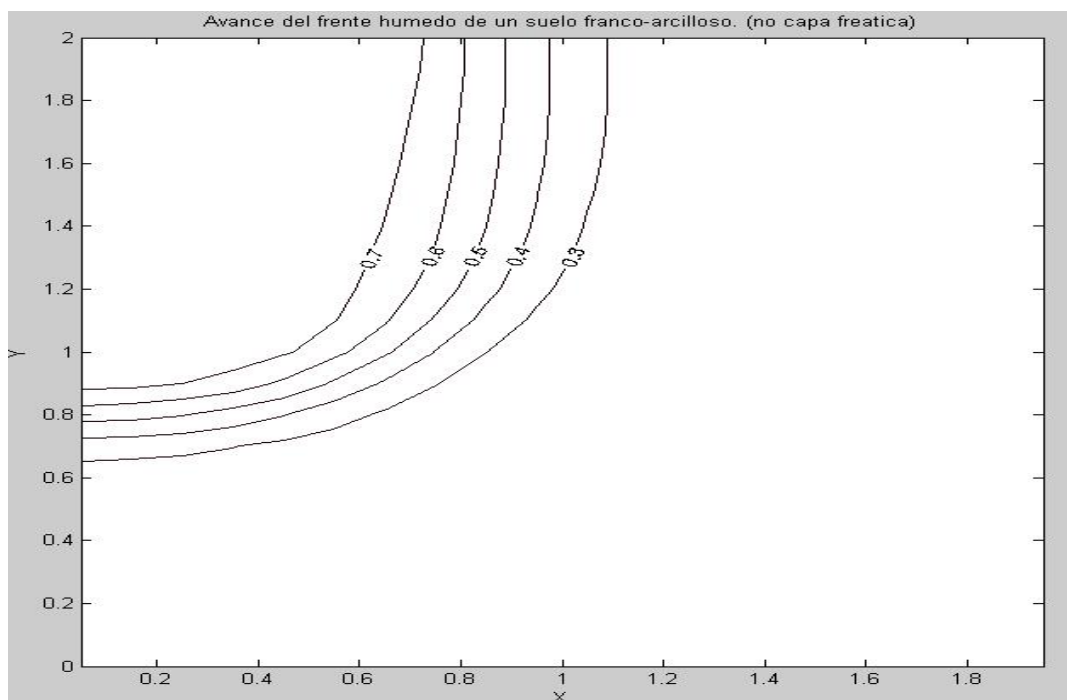
En esta simulación, las diferencias encontradas han sido mínimas, pero observamos que en suelos con mayor espesor de capa de textura arenosa, el avance del frente se produce de manera ligeramente más veloz debido a que disponen de una permeabilidad mayor.

### VI.2.2.3.1 Simulaciones bicapa suelo franco-arcilloso

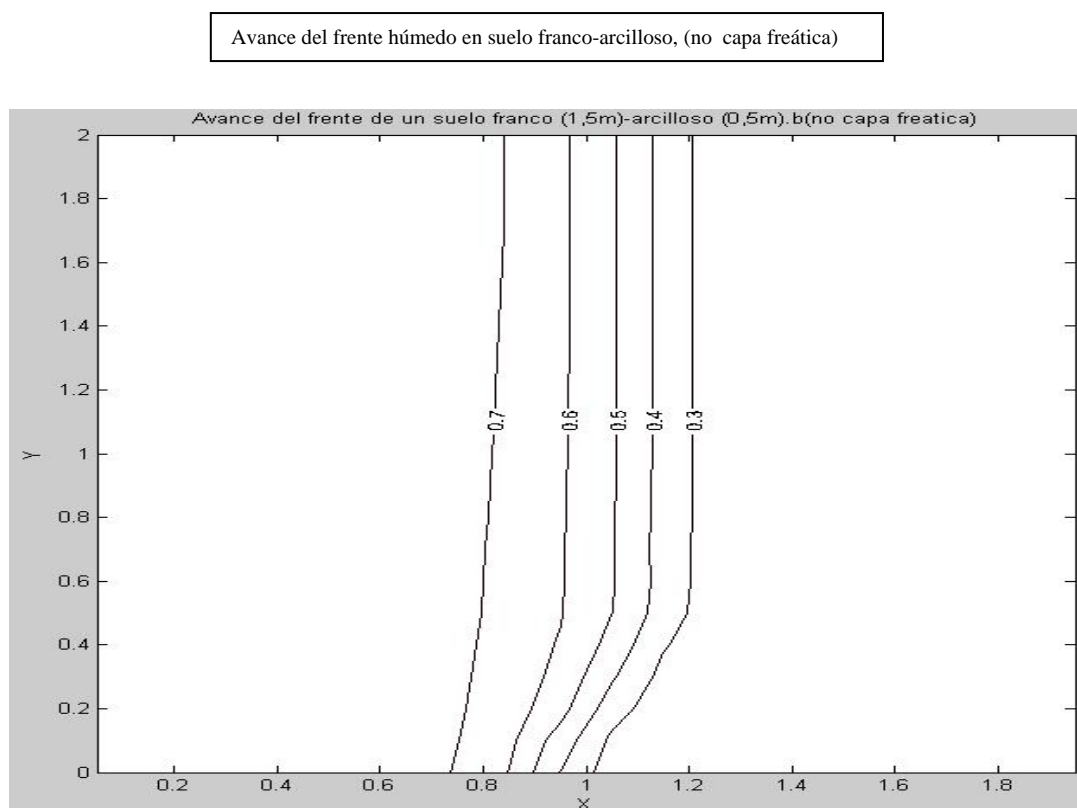
#### VI.2.2.3.1.1 Comparación variante. B (b1, b2, b3) suelo franco-arcilloso.

Variante b (b1), suelo franco-arcilloso. Fig. 6.44

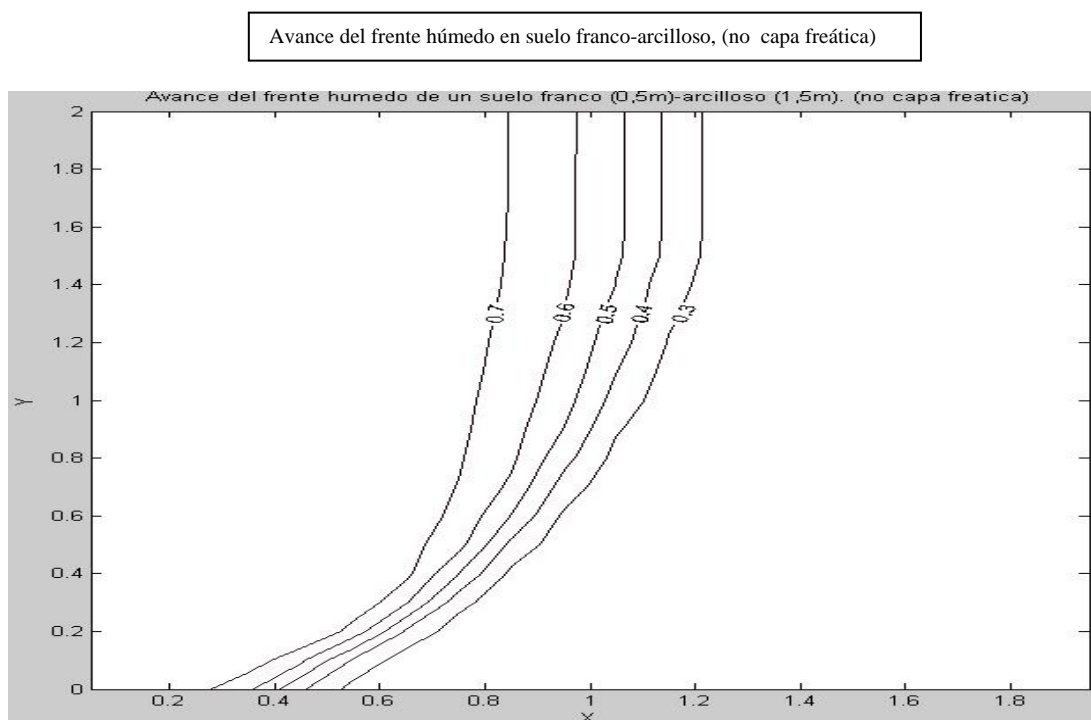
Avance del frente húmedo en suelo franco-arcilloso, (no capa freática)



Variante b (b2), suelo franco-arcilloso. Fig. 6.45



Variante b (b3), suelo franco-arcilloso. Fig. 6.46



Estas tres figuras, Fig. 6.44, 6.45 y 6.46, representan a un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura franca y otra capa más profunda de textura arcillosa, siendo los espesores de las mismas los siguientes:

Fig. 6.44: Espesores de ambas capas iguales.

Fig. 6.45: Espesor de la capa de textura franca mayor que el espesor de la capa de textura arcillosa.

Fig. 6.46: Espesor de la capa de textura franca menor que el espesor de la capa de textura arcillosa.

En la variante b2, al existir un espesor mayor de la capa de textura franca y poseer ésta una conductividad hidráulica mayor, se observa como el avance del frente húmedo se produce de forma más veloz que en la variante b3, ya que en esta última la capa de textura arcillosa produce un descenso en la velocidad de avance, (separación entre curvas).

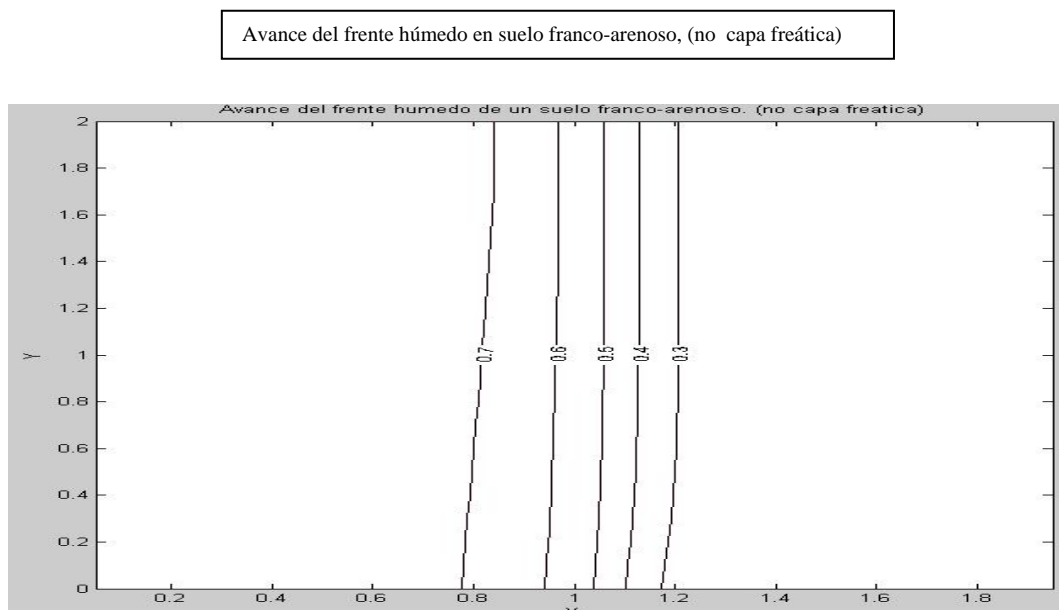
En la variante b1, se observa cómo el agua llega a la zona de capa de textura arcillosa encontrando una barrera a su paso y por lo tanto frenando el avance del frente húmedo.

En los tres casos, Fig. 6.44, 6.45 y 6.46, si aplicamos un tiempo de simulación suficientemente largo llegaremos al estado estacionario en todo el suelo alcanzando una humedad homogénea en el del 80%.

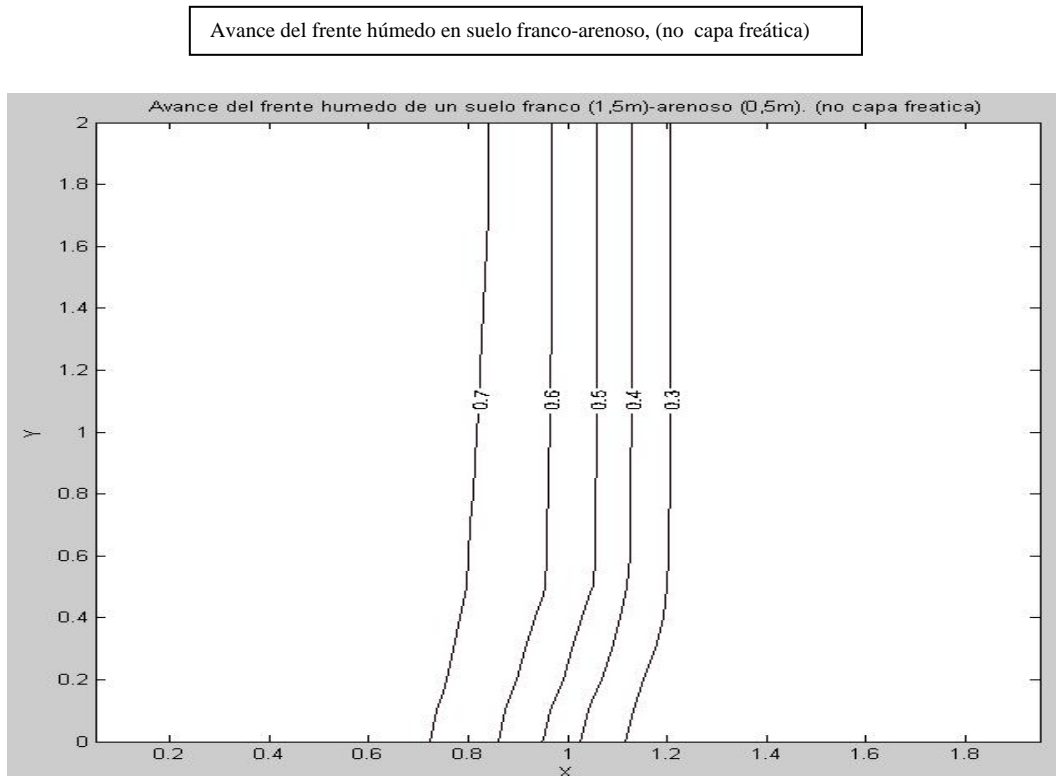
#### VI.2.2.4.1 simulaciones bicapa suelo franco-arenoso

##### VI.2.2.4.1.1 Comparación variante b (b1, b2, b3) suelo franco-arenoso.

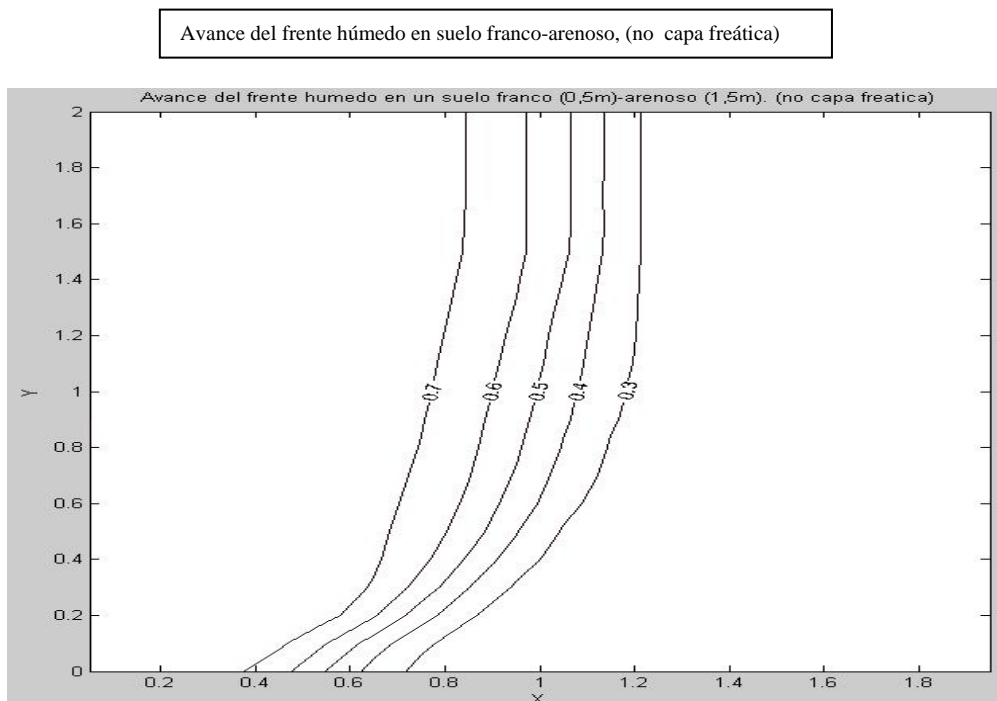
Variante b (b1), suelo franco-arenoso. Fig. 6.47



Variante b (b2), suelo franco-arenoso. Fig. 6.48



Variante b (b3), suelo franco-arenoso. Fig. 6.49



Estas tres figuras, Fig. 6.47, 6.48 y 6.49, representan a un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura franca y otra capa más profunda de textura arenosa, siendo los espesores de las mismas los siguientes:

Fig. 6.44: Espesores de ambas capas iguales.

Fig. 6.45: Espesor de la capa de textura franca mayor que el espesor de la capa de textura arenosa.

Fig. 6.46: Espesor de la capa de textura franca menor que el espesor de la capa de textura arenosa.

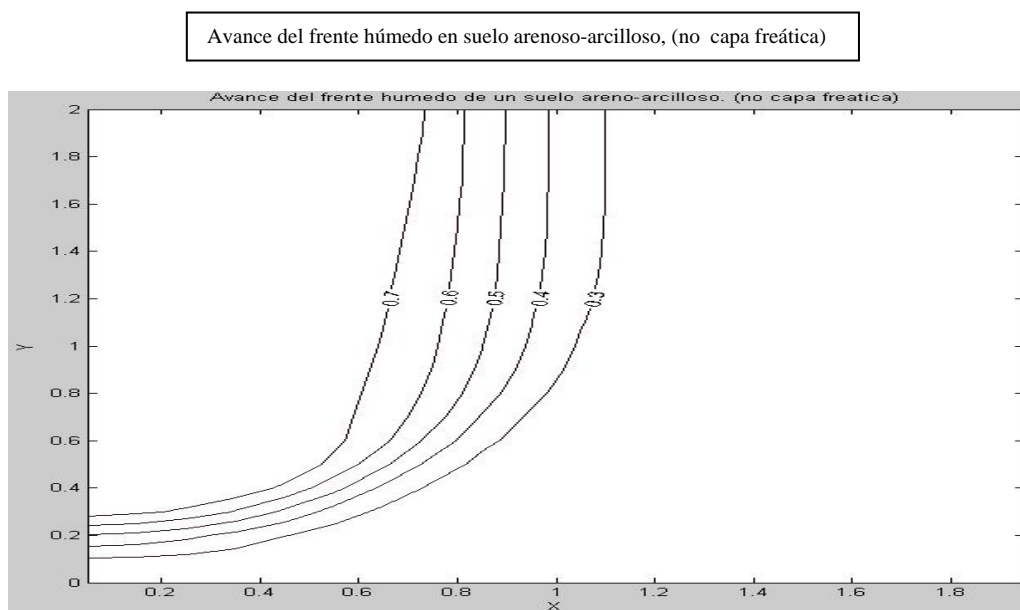
En las tres figuras apreciamos una disminución del avance del frente húmedo condicionado al espesor variable de la capa de textura arenosa, así es, en el caso b3, al existir 1,5m de espesor de capa de textura arenosa, el agua se encuentra con una barrera que hace que disminuya su velocidad de avance.

Observamos que en el tiempo de 5000 s simulado, el agua llega a profundidades mayores de dos metros, (condiciones de contorno) y que además si aumentáramos el tiempo de simulación alcanzaríamos el estado estacionario para todo el suelo.

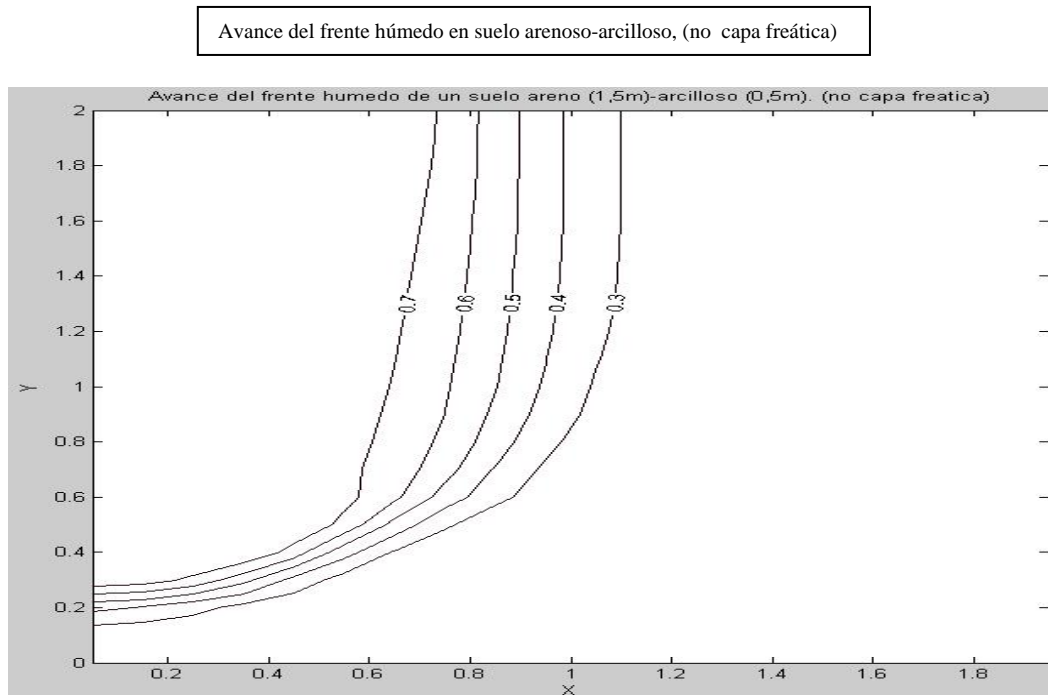
#### VI.2.2.5.1 Simulaciones bicapa suelo arenoso-arcilloso.

##### VI.2.2.5.1.1 Comparación variante b (b1, b2, b3) suelo arenoso-arcilloso.

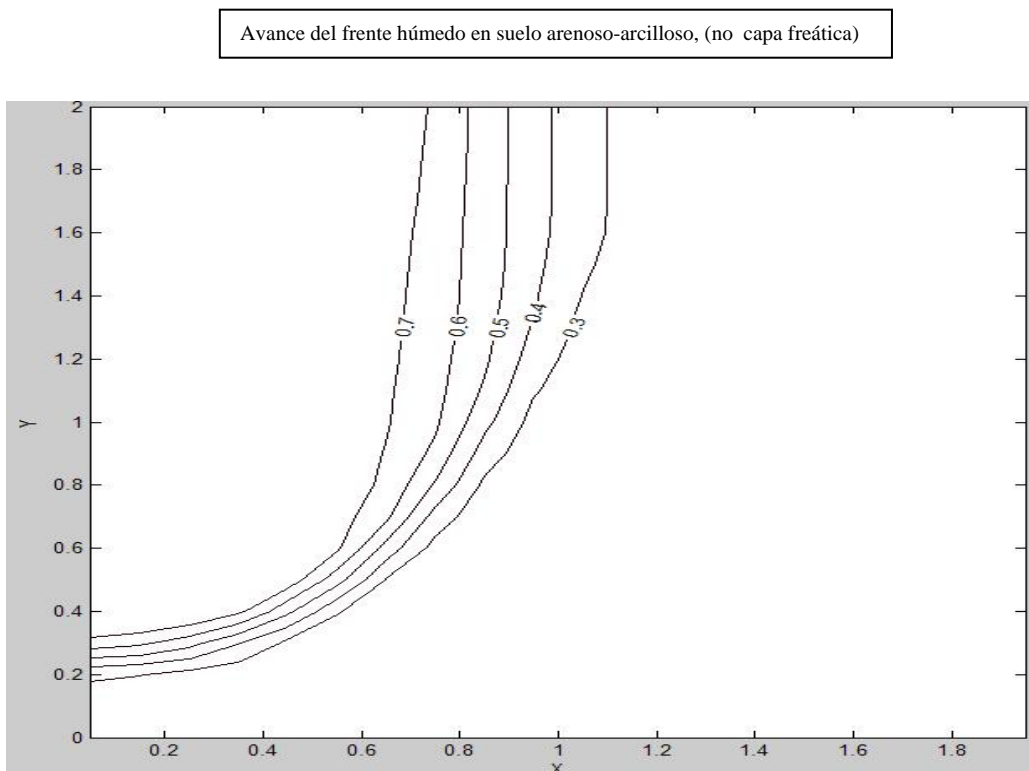
Variante b (b1), suelo arenoso-arcilloso. Fig. 6.50



Variante b (b2), suelo areno-arcilloso. Fig. 6.51



Variante b (b3), suelo areno-arcilloso. Fig. 6.52



Estas tres figuras, Fig. 6.50, 6.51 y 6.52, representan a un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura arenoso y otra capa más profunda de textura arcillosa, siendo los espesores de las mismas los siguientes:

Fig. 6.50: Espesores de ambas capas iguales.

Fig. 6.51: Espesor de la capa de textura arenosa mayor que el espesor de la capa de textura arcilloso.

Fig. 6.52: Espesor de la capa de textura arenosa menor que el espesor de la capa de textura arcilloso.

En estas tres representaciones, observamos que el comportamiento es muy similar con la diferencia que al existir capas de suelo de textura arenosa con una mayor conductividad hidráulica que las capas de textura arcillosa, el agua encuentra menor resistencia a su paso y por lo tanto se propaga más rápidamente.

En la variante b2 para el tiempo simulado de 5000s vemos que el agua alcanza una mayor profundidad, debido al mayor espesor de la capa con textura arenosa, además la separación entre curvas denota la velocidad de avance del frente húmedo demostrando que suelos arenosos son más permeables que suelos arcillosos.

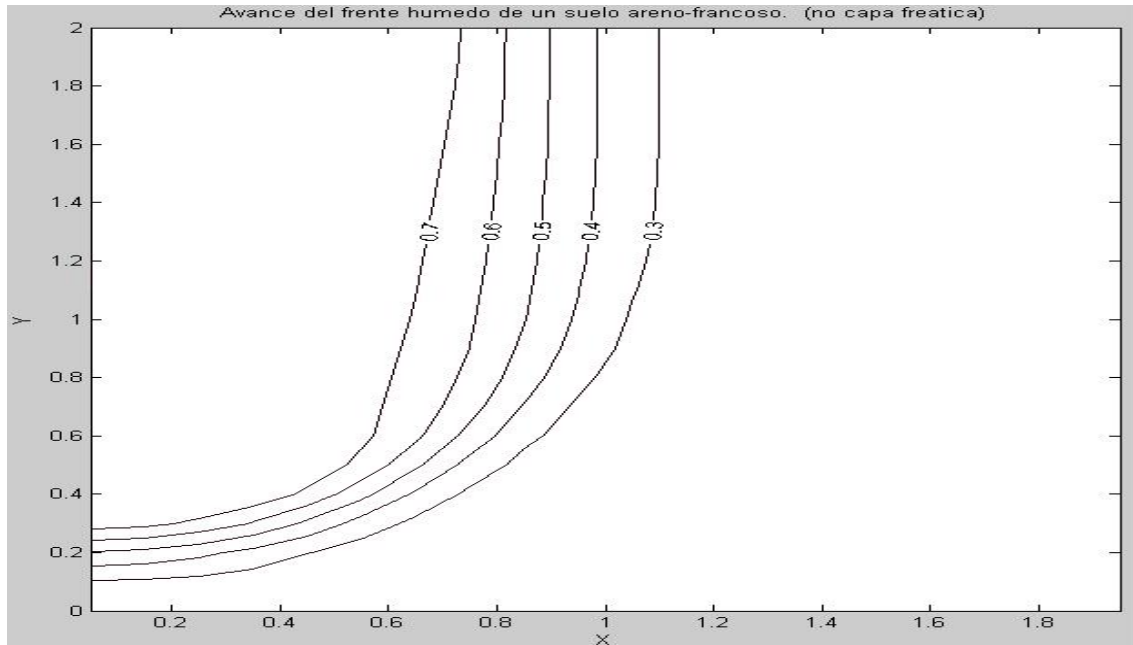
#### **VI.2.2.6.1 Simulaciones bicapa suelo arenoso-franco.**

##### **VI.2.2.6.1.1 Comparación variante b (b1, b2, b3) suelo arenoso-franco.**



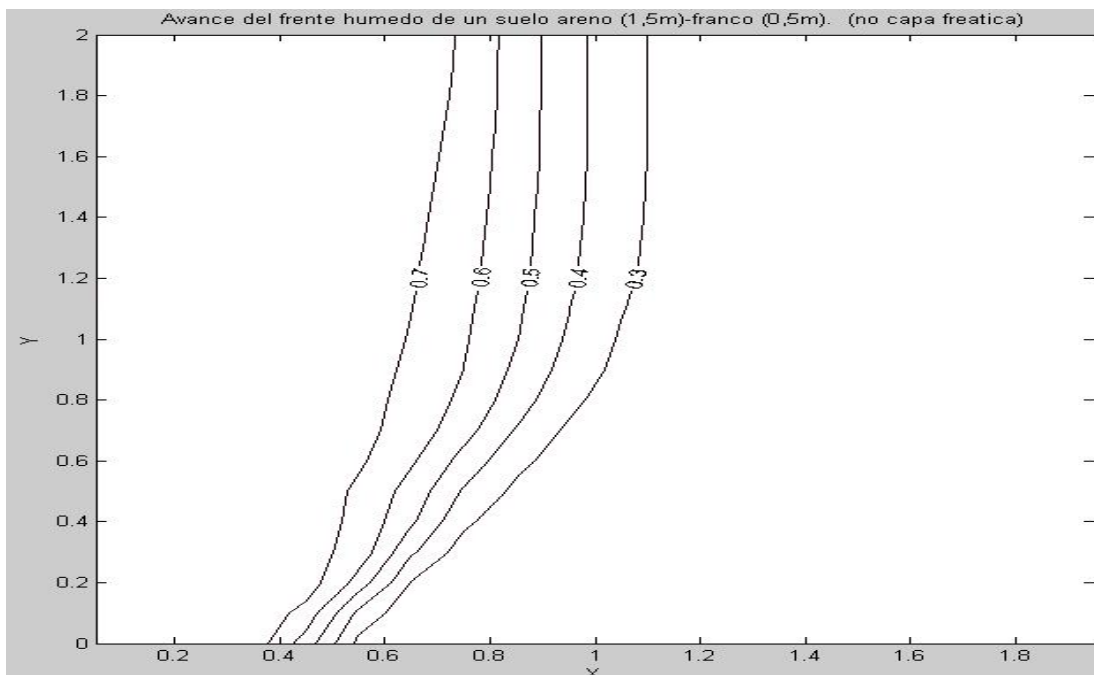
Variante b (b1), suelo arenoso-franco. Fig. 6.53

Avance del frente húmedo en suelo arenoso-franco, (no capa freática)



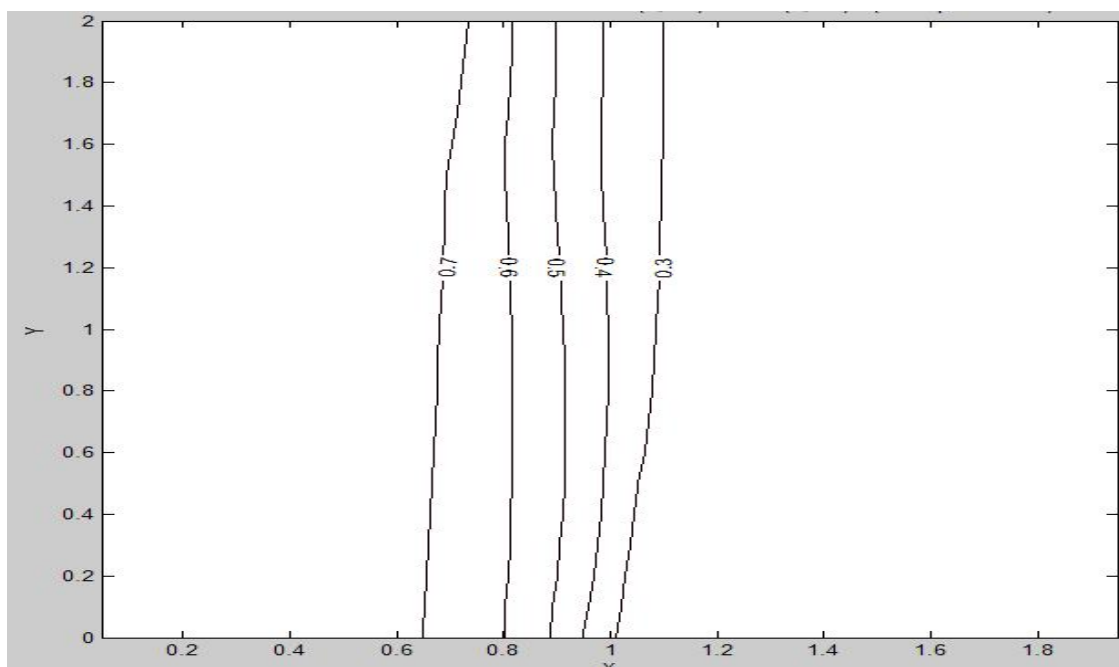
Variante b (b2), suelo arenoso-franco. Fig. 6.54

Avance del frente húmedo en suelo arenoso-franco, (no capa freática)



Variante b (b3), suelo arenoso-franco. Fig. 6.55

Avance del frente húmedo en suelo arenoso-franco, (no capa freática)



Estas tres figuras, Fig. 6.53, 6.54 y 6.55, representan a un suelo bicapa compuesto por una capa superior de textura arenosa y otra capa más profunda de textura franco, siendo los espesores de las mismas los siguientes:

Fig. 6.53: Espesores de ambas capas iguales.

Fig. 6.54: Espesor de la capa de textura arenosa mayor que el espesor de la capa de textura franca.

Fig. 6.55: Espesor de la capa de textura arenosa menor que el espesor de la capa de textura franca.

En la Fig. 6.53, podemos observar como cuando el agua llega a la zona de texturas franco encuentra un estrato con una permeabilidad algo menor que la capa superior, experimentando un descenso de la velocidad del frente de avance. De la misma forma ocurre en la Fig. 6.54 siendo el efecto en menor medida debido a que la presencia de la capa de textura franco aporta un espesor de 0,5m haciendo notar por tanto su influencia en las últimas capas de este suelo bicapa. Por último en la Fig. 6.55 Al ser la capa de

mayor espesor la correspondiente a la capa con textura franca, vemos que se produce un avance del frente muy veloz alcanzando las capas más profundas de este suelo la humedad establecida en poco tiempo de simulación, además como se ha comentado en casos anteriores para un tiempo de simulación algo mayor, todo el suelo (2 X2), entrará en estado estacionario alcanzando la humedad constante de 80%.