Macroeconomía Internacional

Francisco Roldán
IMF

October 2024

Cuándo se paga la deuda?

- Defaults soberanos coinciden con
  - Aumentos de la tasa de interés (riesgo país)
  - Recesiones

- Objetivo estudiar la dinámica conjunta de
  1. Deuda
  2. Tasas de interés
  3. Producto
  4. Cuenta corriente

Cuándo se paga la deuda?

- Defaults soberanos coinciden con
  - Aumentos de la tasa de interés (riesgo país)
  - Recesiones

- Objetivo estudiar la dinámica conjunta de
  1. Deuda
  2. Tasas de interés
  3. Producto
  4. Cuenta corriente

Cuándo se paga la deuda?

- Defaults soberanos coinciden con
  - Aumentos de la tasa de interés (riesgo país)
  - Recesiones

- Objetivo estudiar la dinámica conjunta de
  1. Deuda
  2. Tasas de interés
  3. Producto
  4. Cuenta corriente

Arellano, C. (2008): "Default Risk and Income Fluctuations in Emerging Economies," *American Economic Review*, 98, 690–712.

Por qué estudiar riesgo soberano?

No olvidar: volatilidad del consumo > volatilidad del producto

$$u'(c) = \beta(1+r)\mathbb{E}\left[u'(c')\right]$$

- Modelos de default soberano: endogeneizar r con
  1. Stock de deuda
  2. Capacidad de repago: producto presente y futuro
  3. Otros:
     - Liquidez
     - Multiplicadores fiscales
     - *Doom loops* entre bancos y gobierno o entre sector privado y gobierno
     - Ciclos de preferencias locales (política) y externas (actitudes frente al riesgo)

Por qué estudiar riesgo soberano?

No olvidar: volatilidad del consumo > volatilidad del producto

$$u'(c) = \beta(1 + r)\mathbb{E}\left[u'(c')\right]$$

- Modelos de default soberano: endogeneizar r con
  1. Stock de deuda
  2. Capacidad de repago: producto presente y futuro
  3. Otros:
     - Liquidez
     - Multiplicadores fiscales
     - *Doom loops* entre bancos y gobierno o entre sector privado y gobierno
     - Ciclos de preferencias locales (política) y externas (actitudes frente al riesgo)

Arellano (2008)

▸ Replicación

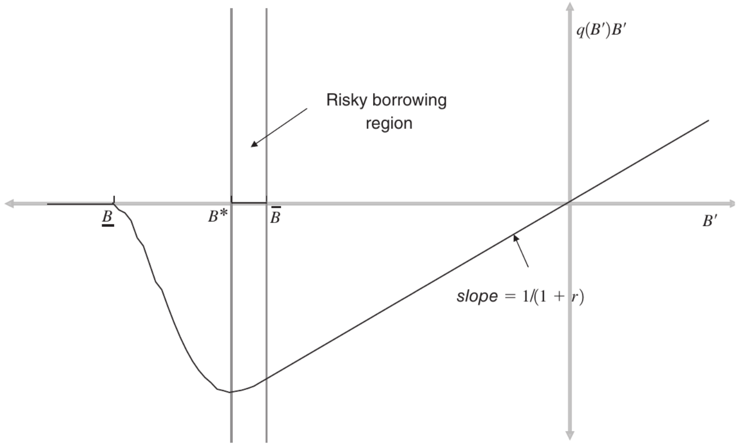


FIGURE 2. TOTAL RESOURCES BORROWED

Plan

Vamos a proceder en etapas

1. Problema de un agente con ingreso aleatorio y mercados incompletos
    - Solamente un activo (deuda) libre de riesgo
    - Escritura recursiva, ecuación de Bellman
    - Encontrar la función de valor via `vfi`
    - Distinto de McCall: un control continuo

2. Agregar default
    - Como McCall: hay una elección entre dos opciones en cada período
    - Complicación: el precio de la deuda depende de la probabilidad de default

3. Reinterpretar
    - Consumo/ahorro del agente $\Longleftrightarrow$ Endeudamiento de la SOE

Plan

Vamos a proceder en etapas

1. Problema de un agente con ingreso aleatorio y mercados incompletos
   - Solamente un activo (deuda) libre de riesgo
   - Escritura recursiva, ecuación de Bellman
   - Encontrar la función de valor via `vfi`
   - Distinto de McCall: un control continuo

2. Agregar default
   - Como McCall: hay una elección entre dos opciones en cada período
   - Complicación: el precio de la deuda depende de la probabilidad de default

3. Reinterpretar
   - Consumo/ahorro del agente $\iff$ Endeudamiento de la SOE

Plan

Vamos a proceder en etapas

1. Problema de un agente con ingreso aleatorio y mercados incompletos
    - Solamente un activo (deuda) libre de riesgo
    - Escritura recursiva, ecuación de Bellman
    - Encontrar la función de valor via `vfi`
    - Distinto de McCall: un control continuo

2. Agregar default
    - Como McCall: hay una elección entre dos opciones en cada período
    - Complicación: el precio de la deuda depende de la probabilidad de default

3. Reinterpretar
    - Consumo/ahorro del agente $\Longleftrightarrow$ Endeudamiento de la SOE

Plan

Vamos a proceder en etapas

1. Problema de un agente con ingreso aleatorio y mercados incompletos
   - Solamente un activo (deuda) libre de riesgo
   - Escritura recursiva, ecuación de Bellman
   - Encontrar la función de valor via `vfi`
   - Distinto de McCall: un control continuo

2. Agregar default
   - Como McCall: hay una elección entre dos opciones en cada período
   - Complicación: el precio de la deuda depende de la probabilidad de default

3. Reinterpretar
   - Consumo/ahorro del agente $\Longleftrightarrow$ Endeudamiento de la SOE

Cuando te creen

Problema de fluctuación de ingresos

Situación

- Un agente tiene una dotación aleatoria y_t distribuida $F(y_{t+1} \mid y_t)$
- Preferencias: utilidad u, descuento β
- Puede comprar y vender un activo libre de riesgo b
- Límite de deuda $\underline{b}$

$$V_0 = \max_{c_t, b_t} \mathbb{E}_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t) \right]$$

$$\text{sujeto a } \; c_t = y_t + \frac{1}{1+r} b_t - b_{t-1}$$

$$b_t \leq \underline{b}$$

Problema de fluctuación de ingresos

Situación

- Un agente tiene una dotación aleatoria y_t distribuida $F(y_{t+1} \mid y_t)$
- Preferencias: utilidad u, descuento β
- Puede comprar y vender un activo libre de riesgo b
- Límite de deuda $\underline{b}$

$$
\begin{aligned}
V_0 = \max_{c_t, b_t} \quad & \mathbb{E}_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t) \right] \\
\text{sujeto a} \quad & c_t = y_t + \frac{1}{1+r} b_t - b_{t-1} \\
& b_t \leq \underline{b}
\end{aligned}
$$

Escritura recursiva

Ec. de Bellman

$$v(b,y) = \max_{c,b'} u(c) + \beta\mathbb{E}\left[v(b',y')|y\right]$$

$$\text{sujeto a} \quad c + b = y + \frac{1}{1+r}b'$$

$$b' \leq \underline{b}$$

$$y' \sim F(\cdot|y)$$


21:29 12º5
LN+
VIVO
DANIEL HEYMANN
MACROECONOMISTA
HABLA EL MENTOR ARGENTINO DE MARTÍN GUZMÁN
#larepregunta
LA REPREGUNTA
CÓN QUE SE PAGA LA DEUDA?
imgflip.com

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

$$c + b = y + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} \left(y' - c' + \frac{1}{1+r} b'' \right)$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} (y' - c') + \frac{1}{(1+r)^2} b''$$

$$b = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{y^{(j)} - c^{(j)}}{(1+r)^j}$$

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

$$c + b = y + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} \left(y' - c' + \frac{1}{1+r} b'' \right)$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} (y' - c') + \frac{1}{(1+r)^2} b''$$

$$b = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{y^{(j)} - c^{(j)}}{(1+r)^j}$$

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

$$c + b = y + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} \left(y' - c' + \frac{1}{1+r} b'' \right)$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} (y' - c') + \frac{1}{(1+r)^2} b''$$

$$b = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{y^{(j)} - c^{(j)}}{(1+r)^j}$$

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

$$c + b = y + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} b'$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} \left(y' - c' + \frac{1}{1+r} b'' \right)$$

$$b = y - c + \frac{1}{1+r} (y' - c') + \frac{1}{(1+r)^2} b''$$

$$b = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{y^{(j)} - c^{(j)}}{(1+r)^j}$$

Escritura recursiva

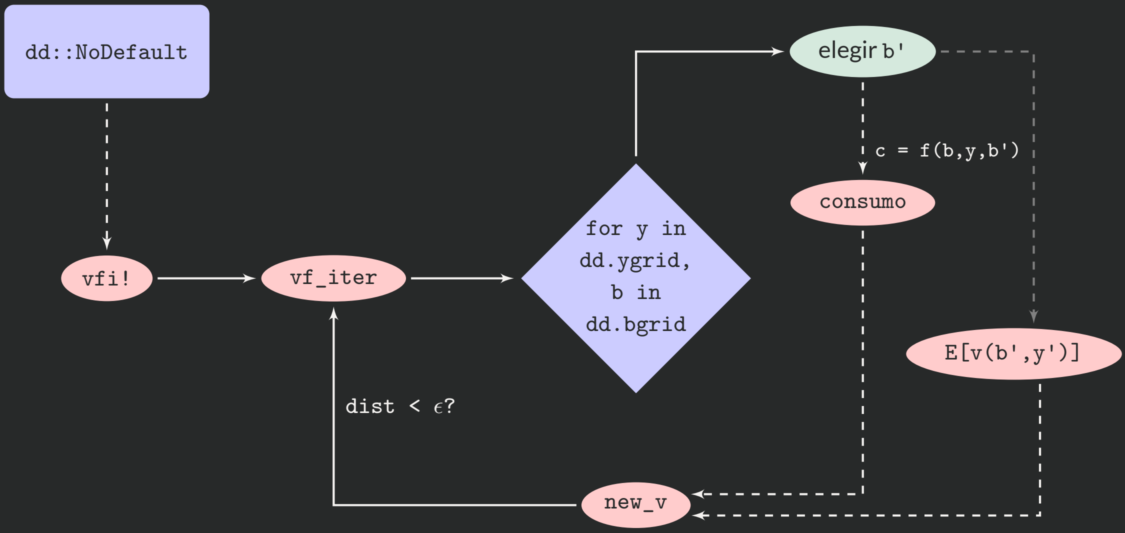
Restricción de presupuesto

$$c + b = y + \frac{1}{1+r} b'$$

$$\begin{aligned}
b &= y - c + \frac{1}{1+r} b' \\
b &= y - c + \frac{1}{1+r} \left(y' - c' + \frac{1}{1+r} b'' \right) \\
b &= y - c + \frac{1}{1+r} (y' - c') + \frac{1}{(1+r)^2} b'' \\
b &= \sum_{i=0}^{\infty} \frac{y^{(j)} - c^{(j)}}{(1+r)^j}
\end{aligned}$$

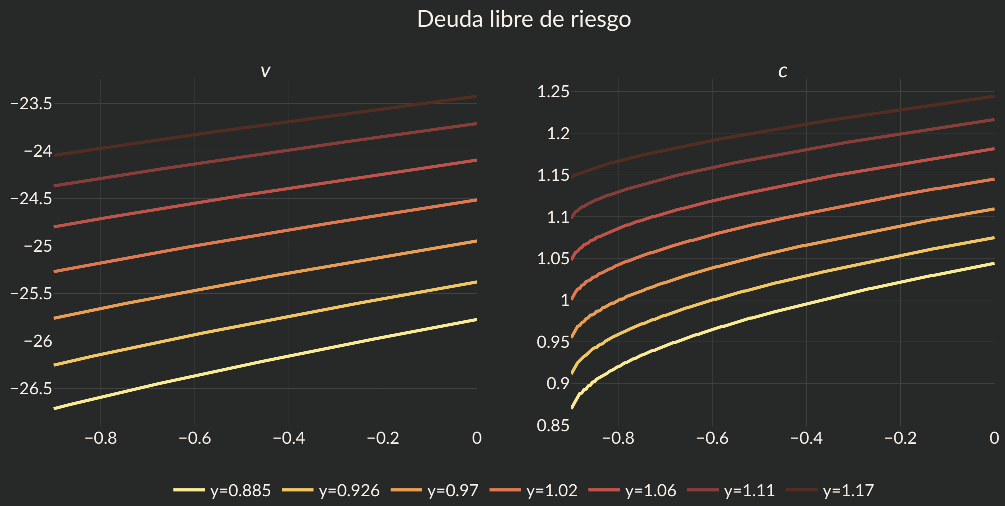
Pseudo-código

Default



Cuando te creen

Con default



Cuando no te creen (y hacen bien)

Dos cambios

Para agregar default,

- Especificar qué pasa cuando el agente decide no pagar la deuda

$$y^d = h(y) = \min\left\{y,\ 0.969\mathbb{E}\left[y\right]\right\}$$

Exclusión de mercados de capital *por un tiempo* $\rightarrow \psi$

- Especificar el precio de la deuda

$$q(b', y) = \frac{1}{1+r}\mathbb{E}\left[1 - d(b', y')|y\right]$$

Dos cambios

Para agregar default,

- Especificar qué pasa cuando el agente decide no pagar la deuda

$$y^d = h(y) = \min\left\{y,\ 0.969\mathbb{E}\left[y\right]\right\}$$

Exclusión de mercados de capital *por un tiempo* $\rightarrow \psi$

- Especificar el precio de la deuda

$$q(b', y) = \frac{1}{1+r}\mathbb{E}\left[1 - d(b', y')|y\right]$$

Dos cambios

Para agregar default,

- Especificar qué pasa cuando el agente decide no pagar la deuda

$$y^d = h(y) = \min\left\{y,\ 0.969\mathbb{E}\left[y\right]\right\}$$

Exclusión de mercados de capital *por un tiempo* $\rightarrow \psi$

- Especificar el precio de la deuda

$$q(b', y) = \frac{1}{1+r}\mathbb{E}\left[1 - d(b', y')|y\right]$$

Bellmans

- Elegir default o repago

$$\mathcal{V}(b, y) = \max \left\{ v^R(b, y), v^D(y) \right\}$$

- En repago, elegir emisión

$$v^R(b, y) = \max_{c, b'} u(c) + \beta \mathbb{E} \left[\mathcal{V}(b', y') | y \right]$$

$$\text{sujeto a } c + b = y + q(b', y) b'$$

- En default, nada que elegir

$$v^D(y) = u(h(y)) + \beta \mathbb{E} \left[\psi \mathcal{V}(0, y') + (1 - \psi) v^D(y') | y \right]$$

Bellmans

- Elegir default o repago

$$\mathcal{V}(b, y) = \max \left\{ v^R(b, y), v^D(y) \right\}$$

- En repago, elegir emisión

$$v^R(b, y) = \max_{c, b'} u(c) + \beta \mathbb{E} \left[\mathcal{V}(b', y') | y \right]$$

$$\text{sujeto a } c + b = y + q(b', y) b'$$

- En default, nada que elegir

$$v^D(y) = u(h(y)) + \beta \mathbb{E} \left[\psi \mathcal{V}(0, y') + (1 - \psi) v^D(y') | y \right]$$

Bellmans

- Elegir default o repago

$$\mathcal{V}(b, y) = \max \left\{ v^R(b, y), v^D(y) \right\}$$

- En repago, elegir emisión

$$v^R(b, y) = \max_{c, b'} u(c) + \beta \mathbb{E} \left[\mathcal{V}(b', y') | y \right]$$

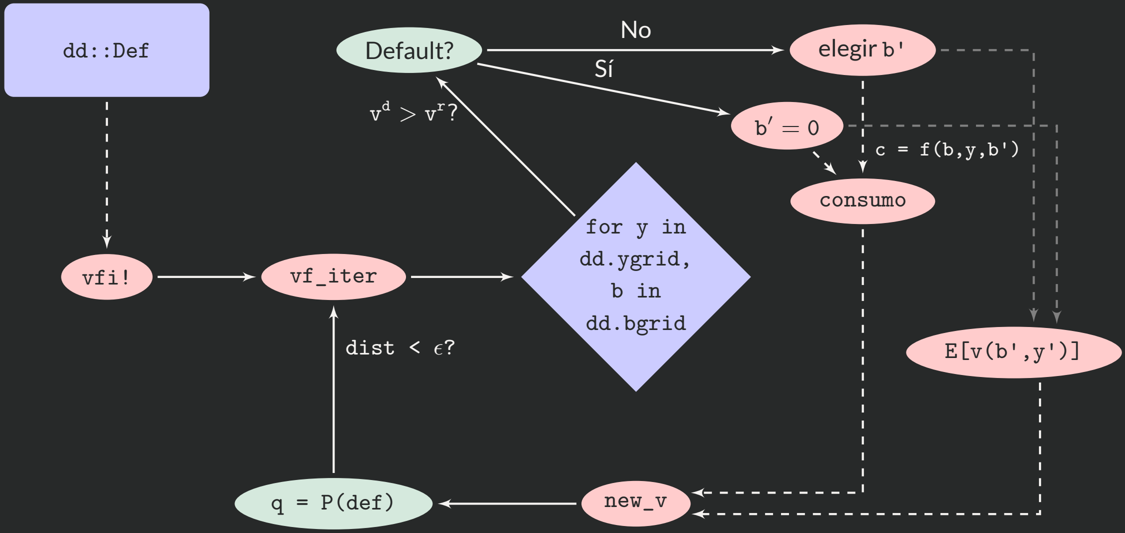
$$\text{sujeto a } c + b = y + q(b', y) b'$$

- En default, nada que elegir

$$v^D(y) = u(h(y)) + \beta \mathbb{E} \left[\psi \mathcal{V}(0, y') + (1 - \psi) v^D(y') | y \right]$$

Pseudo-código

NoDefault



Envolventes!

- Opción 1

$$\mathcal{V}(b,y) = \max\left\{v^R(b,y), v^D(y)\right\}$$

- Opción 2 (si los ϵ_i tienen distribución valor extremo tipo 1)

$$\mathcal{V}(b,y) = \max\left\{v^R(b,y) + \epsilon_R, v^D(y) + \epsilon_D\right\}$$

$$\mathcal{P}(b,y) = \frac{\exp(v^D(y)/\chi)}{\exp(v^R(b,y)/\chi) + \exp(v^D(y)/\chi)}$$

- Opción 1 = Opción 2 con $\chi = 0$ y por lo tanto $\mathcal{P}(b,y) = 1_{v^D(y) > v^R(b,y)}$

Envolventes!

- Opción 1

$$\mathcal{V}(b,y) = \max\left\{v^R(b,y), v^D(y)\right\}$$

- Opción 2 (si los ϵ_i tienen distribución valor extremo tipo 1)

$$\mathcal{V}(b,y) = \max\left\{v^R(b,y) + \epsilon_R, v^D(y) + \epsilon_D\right\}$$

$$\mathcal{P}(b,y) = \frac{\exp(v^D(y)/\chi)}{\exp(v^R(b,y)/\chi) + \exp(v^D(y)/\chi)}$$

- Opción 1 = Opción 2 con $\chi = 0$ y por lo tanto $\mathcal{P}(b,y) = 1_{v^D(y) > v^R(b,y)}$

Envolventes!

- Opción 1

$$\mathcal{V}(b,y) = \max\left\{v^R(b,y), v^D(y)\right\}$$

- Opción 2 (si los ϵ_i tienen distribución valor extremo tipo 1)

$$\mathcal{V}(b,y) = \max\left\{v^R(b,y) + \epsilon_R, v^D(y) + \epsilon_D\right\}$$

$$\mathcal{P}(b,y) = \frac{\exp(v^D(y)/\chi)}{\exp(v^R(b,y)/\chi) + \exp(v^D(y)/\chi)}$$

- Opción 1 = Opción 2 con $\chi = 0$ y por lo tanto $\mathcal{P}(b,y) = 1_{v^D(y) > v^R(b,y)}$

Estrategias de resolución

$$\mathcal{V}(b,y) = \chi \log \left(\exp(v^D(y)/\chi) + \exp(v^R(b,y)/\chi)\right)$$
$$q(b',y) = \frac{1}{1+r}\mathbb{E}\left[(1-d(b',y')) \mid y\right]$$

- Estilo equilibrio general
  - Dada una función $q(b',y)$, iterar sobre la función de valor hasta que converja v
  - Actualizar q usando las políticas de default
  - Iterar hasta que converja q
- Estilo teoría de juegos
  - Inicializar v, q en un período T lejano
  - Encontrar q consistentes con la política implícita en v (una vez!)
  - Actualizar v dado q (una vez!)
  - Iterar 'hacia el pasado' hasta convergencia (de todo junto)

… Equilibrio recursivo (perfecto de Markov) con estrategias $\sigma(b,y,d)$

Estrategias de resolución

$$\mathcal{V}(b, y) = \chi \log \left(\exp(v^D(y)/\chi) + \exp(v^R(b, y)/\chi) \right)$$

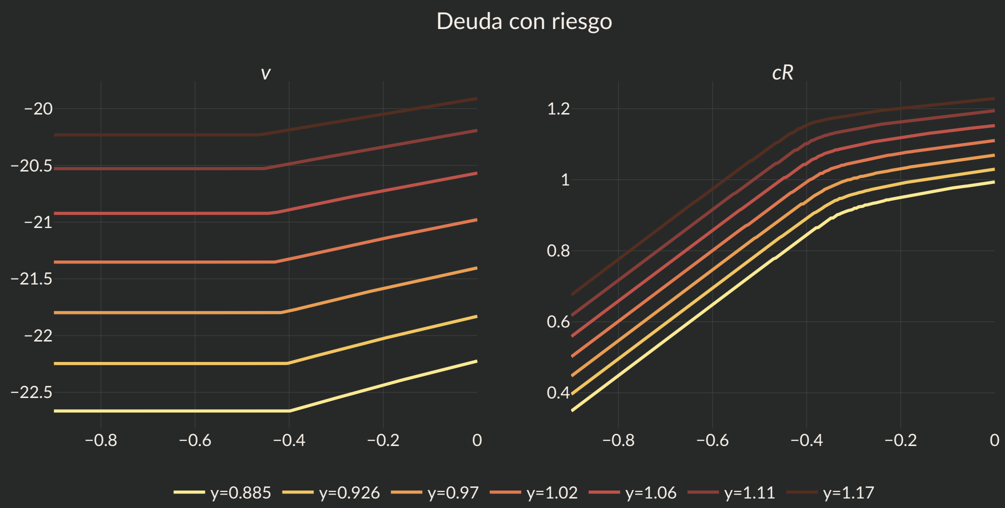
$$q(b', y) = \frac{1}{1+r} \mathbb{E}\left[(1 - d(b', y')) \mid y \right]$$

- Estilo equilibrio general
  - Dada una función $q(b', y)$, iterar sobre la función de valor hasta que converja v
  - Actualizar q usando las políticas de default
  - Iterar hasta que converja q
- Estilo teoría de juegos
  - Inicializar v, q en un período T lejano
  - Encontrar q consistentes con la política implícita en v (una vez!)
  - Actualizar v dado q (una vez!)
  - Iterar 'hacia el pasado' hasta convergencia (de todo junto)

. . . Equilibrio recursivo (perfecto de Markov) con estrategias $\sigma(b, y, d)$

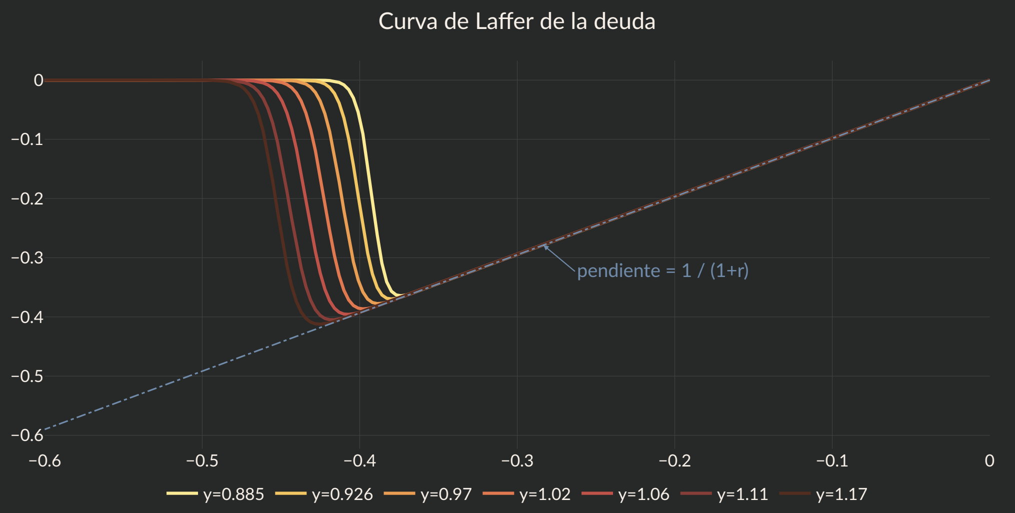
Cuando no te creen

Sin default



Cuando no te creen

Paper



Cierre

Cierre

Vimos

- Problema de fluctuación de ingresos
  - Interpolar la función de valor
  - Un control continuo
- Agregar default
  - Costos de default
  - Precio de la deuda
  - Envolventes

La vez que viene / en códigos

- Deuda de largo plazo
  - Cupones geométricos
  - Haircuts parciales
- Simulador
  - Distribuciones ergódicas
  - Ratios de deuda en equilibrio
  - Frecuencia de default

Cierre

Vimos

- Problema de fluctuación de ingresos
  - Interpolar la función de valor
  - Un control continuo
- Agregar default
  - Costos de default
  - Precio de la deuda
  - Envolventes

La vez que viene / en códigos

- Deuda de largo plazo
  - Cupones geométricos
  - Haircuts parciales
- Simulador
  - Distribuciones ergódicas
  - Ratios de deuda en equilibrio
  - Frecuencia de default