Macroeconomía Internacional

Francisco Roldán
IMF

October 2026

The views expressed herein are those of the authors and should not be attributed to the IMF, its Executive Board, or its management.

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

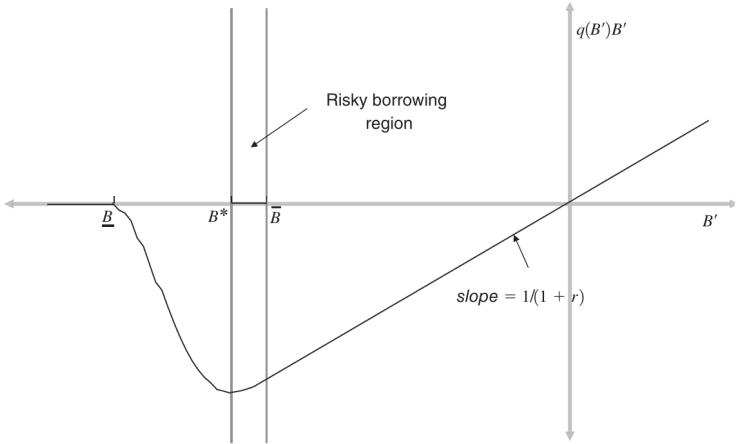


FIGURE 2. TOTAL RESOURCES BORROWED

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 $\iff$ 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 $\iff$ 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 $\iff$ 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 $\iff$ 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 $\underline{b}$

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

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

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

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 $\underline{b}$

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

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

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

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
12°5
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

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

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

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

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

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

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

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

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

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

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

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

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

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

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

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

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

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

Escritura recursiva

Restricción de presupuesto

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

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

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

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

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

Restricción de presupuesto

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

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

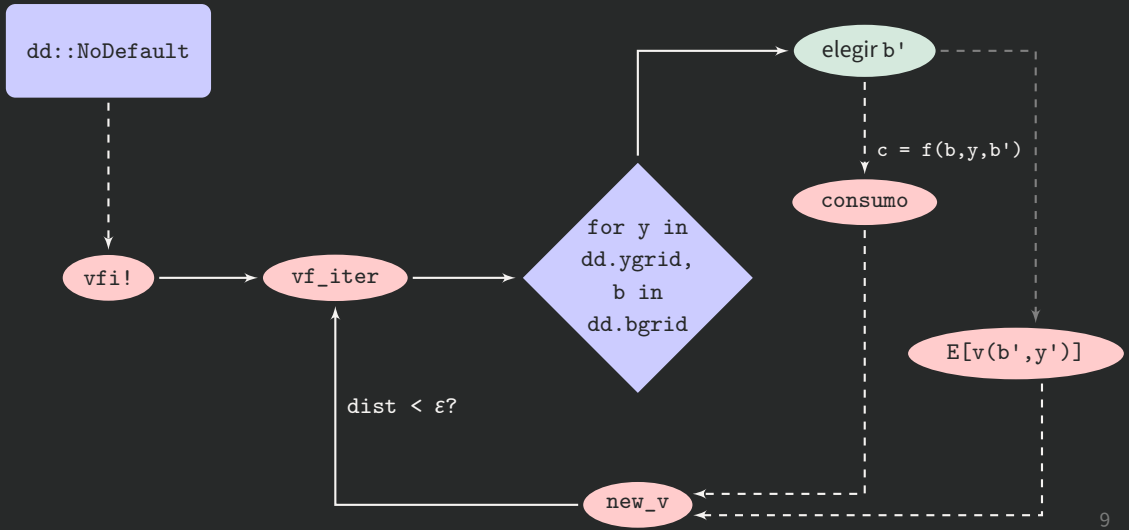
$$b = y - c + \frac{1}{1+r} \left(y' - c' + \frac{1}{1+r} b'' \right)$$

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

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

Pseudo-código

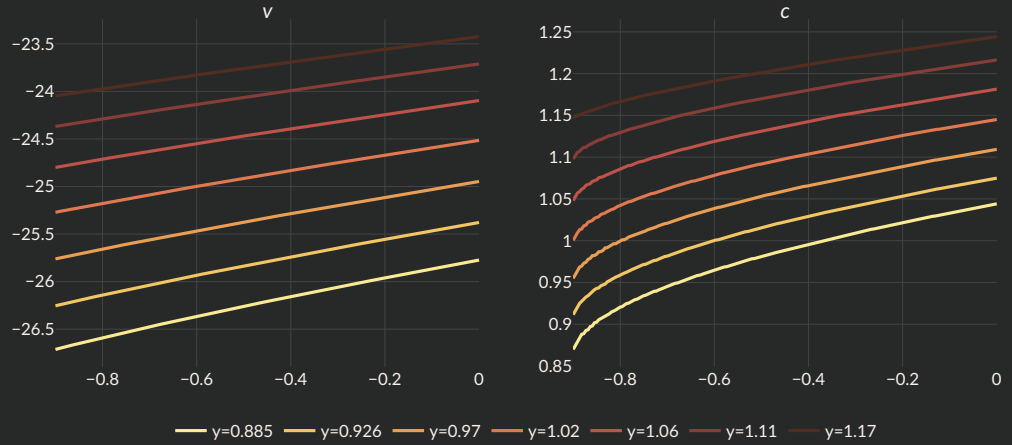
Default



Cuando te creen

Con default

Deuda libre de riesgo



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

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

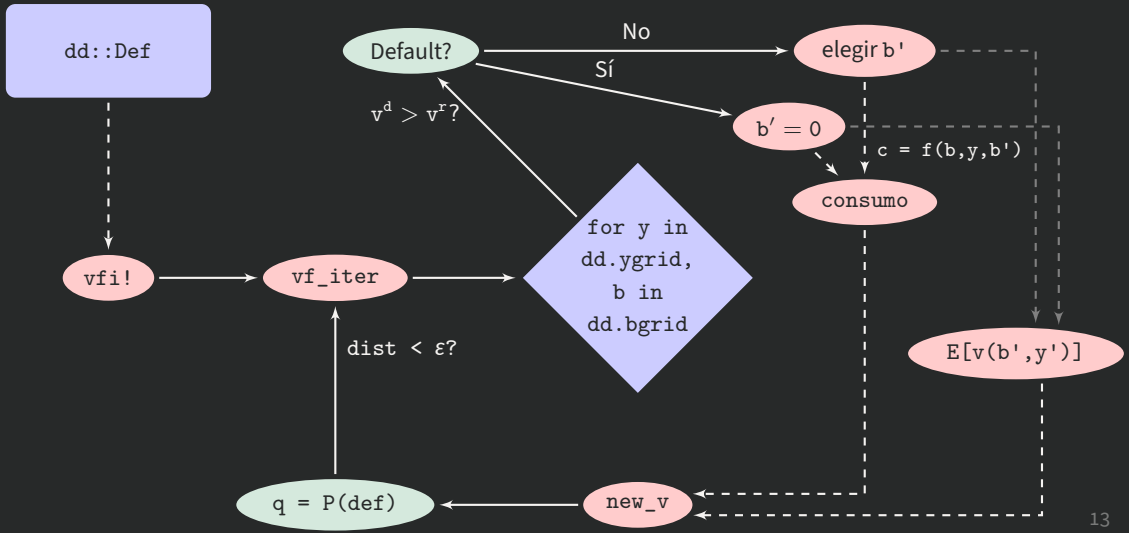
- En repago, elegir emisión

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

- 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



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)

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

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

- 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)

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

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

- 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)

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

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

- 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
  - Dada la regla implícita en v, encontrar nuevo q (una vez!)
  - Actualizar v dado q (una vez!), deducir nuevas reglas
  - Iterar 'hacia el pasado' hasta convergencia (de todo junto)

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

Estrategias de resolución

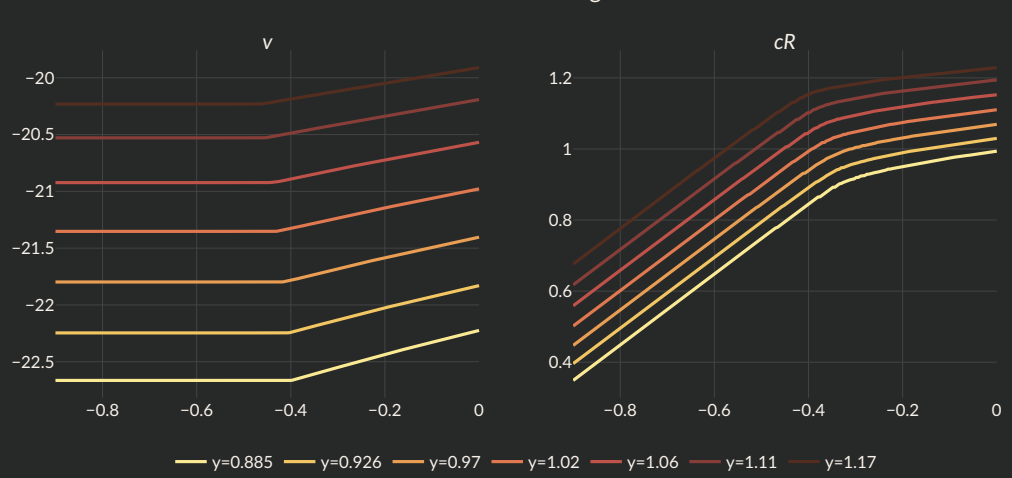
$$\mathcal{V}(b,y) = \chi \log\left(\exp(v^D(y)/\chi) + \exp(v^R(b,y)/\chi)\right)$$
$$q(b',y) = \frac{1}{1+r}\mathbb{E}\left[(1-d(b',y'))\mid y\right]$$

- 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
  - Dada la regla implícita en v, encontrar nuevo q (una vez!)
  - Actualizar v dado q (una vez!), deducir nuevas reglas
  - Iterar 'hacia el pasado' hasta convergencia (de todo junto)

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

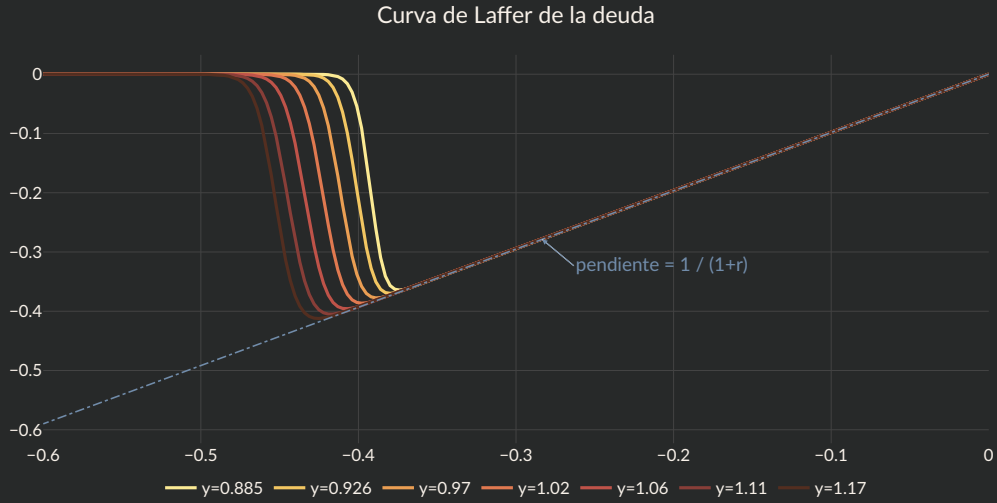
Cuando no te creen

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