

```
f1 = p*sp + p*a*(1 - tp - sp) - (p^2)*a*(1 - tp - sp) - sp*p^2
f2 = a*sa + a*p*(1 - ta - sa) - (a^2)*p*(1 - ta - sa) - sa*a^2
```

```
sol = FullSimplify[Solve[{f1 == 0; f2 == 0, f1 == f2}, {p, a}]]
```

```
p sp - p^2 sp + a p (1 - sp - tp) - a p^2 (1 - sp - tp)
```

```
a sa - a^2 sa + a p (1 - sa - ta) - a^2 p (1 - sa - ta)
```

```
{ {p -> 0, a -> 0}, {p -> 1, a -> 0}, {p -> 0, a -> 1},
  {p -> 1, a -> 1}, {p -> \frac{sa}{-1 + sa + ta}, a -> \frac{sp}{-1 + sp + tp}} }
```

```
alpha = {f1, f2}
```

```
beta = {p, a};
```

```
Jac = FullSimplify[D[alpha, {beta}]]
```

```
MatrixForm[Jac]
```

```
{ p sp - p^2 sp + a p (1 - sp - tp) - a p^2 (1 - sp - tp),
  a sa - a^2 sa + a p (1 - sa - ta) - a^2 p (1 - sa - ta) }
```

```
{{ (-1 + 2 p) (-sp + a (-1 + sp + tp)), (-1 + p) p (-1 + sp + tp)},
  { (-1 + a) a (-1 + sa + ta), (-1 + 2 a) (-sa + p (-1 + sa + ta)) }}
```

```
( (-1 + 2 p) (-sp + a (-1 + sp + tp)) (-1 + p) p (-1 + sp + tp)
  (-1 + a) a (-1 + sa + ta) (-1 + 2 a) (-sa + p (-1 + sa + ta)) )
```

```
J1 = MatrixForm[Jac /. sol[[1]]]
```

```
( sp 0
  0 sa )
```

```
J2 = MatrixForm[Jac /. sol[[2]]]
```

```
( -sp 0
  0 1 - ta )
```

```
J3 = MatrixForm[Jac /. sol[[3]]]
```

```
( 1 - tp 0
  0 -sa )
```

```
J4 = MatrixForm[Jac /. sol[[4]]]
```

```
( -1 + tp 0
  0 -1 + ta )
```

```
J5 = MatrixForm[Jac /. sol[[5]]]
```

```
( 0 \frac{sa (-1 + \frac{sa}{-1 + sa + ta}) (-1 + sp + tp)}{-1 + sa + ta}
  \frac{sp (-1 + sa + ta) (-1 + \frac{sp}{-1 + sp + tp})}{-1 + sp + tp} 0 )
```

```
FullSimplify[Eigenvalues[Jac /. sol[[5]]]]
```

```
{ -\frac{\sqrt{sa} \sqrt{sp} \sqrt{-1 + ta} \sqrt{-1 + tp}}{\sqrt{-1 + sa + ta} \sqrt{-1 + sp + tp}}, \frac{\sqrt{sa} \sqrt{sp} \sqrt{-1 + ta} \sqrt{-1 + tp}}{\sqrt{-1 + sa + ta} \sqrt{-1 + sp + tp}} }
```